

# **Sekreční funkce lidské kůže**

Denisa Zápecová

---

Bakalářská práce  
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky

akademický rok: 2013/2014

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Denisa Zápecová**  
Osobní číslo: **T11396**  
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Technologie výroby tuků, kosmetiky a detergentů**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Sekreční funkce lidské kůže**

Zásady pro vypracování:

### I. Teoretická část

1. Rešeršní práce s využitím dostupné odborné literatury, pojednávající o širším pohledu na sekreční funkce lidské kůže.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. ŠTORK ET AL., Jiří. Dermatovenerologie. Na Bělidle 34, 150 00 Praha a Univerzita Karlova v Praze: Galén, 2008.
2. JIRÁSKOVÁ, Milena. Dermatovenerologie: pro stomatology : učebnice pro lékařské fakulty. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2001, 268, 16 s. ISBN 80-864-1907-X.
3. EMERITUS), Ed. Braun-Falco's dermatology. 3. ed. Heidelberg: Springer, 2009. ISBN 978-354-0293-125.

Vedoucí bakalářské práce:

**doc. MUDr. Milan Buček, CSc.**

Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky

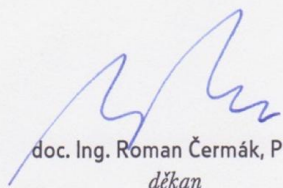
Datum zadání bakalářské práce:

**10. února 2014**


Termín odevzdání bakalářské práce:

**23. května 2014**

Ve Zlíně dne 10. února 2014

  
doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.  
*děkan*



  
Ing. Martina Černeková, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

Příjmení a jméno: ZÁPECOVÁ DENISA

Obor: FT-CHTP

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby <sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 <sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 18.5.2014

Zápečová Denisa

<sup>1)</sup> zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlázení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

<sup>2)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

<sup>3)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpirá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ΒΒΟΝΓΥΣΕΝΙ

ΒΒΟΝΓΥΣΕΝΙ

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce je zaměřena na jednu z funkcí lidské kůže. Lidská kůže plní řadu úkolů, mezi které patří i pro tělo nezbytná sekreční činnost. Práce pojednává o základních sekrečních funkcích kůže. Hlavními produkty kůže jsou keratin, melanin, pot a maz, které plní celou řadu úkolů a organismus se jimi navíc zbavuje i části katabolitů. Cílem této práce je s využitím dostupné odborné literatury prezentovat sekreční funkce lidské kůže, které jsou nesmírně důležité z hlediska normální funkce kůže jako důležitého orgánu.

Klíčová slova: sekreční funkce lidské kůže, keratin, melanin, pot, maz

## **ABSTRACT**

The thesis is focused on one of the functions of human skin. Human skin performs many tasks, which include the body necessary for secretory activity. The work discusses the basic secretory production functions of the skin. The main products are skin keratin, melanin, sweat and sebum, which performs a variety of tasks and their body is shedding the addition of catabolites. The aim of this work is to clarify the available literature secretory function of human skin, which are particularly important for the protection of the human body.

Keywords: keratin, melanin, sweat, sebum

## Poděkování

Na tomto místě bych chtěla upřímně poděkovat doc. MUDr. Milanu Bučkovi CSc. za cenné rady, odborné vedení a celkovou ochotu projevenou v průběhu celého procesu budování mé bakalářské práce. Mé nejhlubší poděkování patří mé rodině, která po celou dobu mého studia neztrácela trpělivost a podporovala mě tak na cestě k vysokoškolskému vzdělání.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 MORFOLOGIE KŮŽE</b> .....	<b>12</b>
1.1 EPIDERMIS (POKOŽKA) .....	12
1.2 CORIUM (ŠKÁRA, DERMIS, CUTIS).....	14
1.3 TELA SUBCUTANEA (SUBCUTIS, PODKOŽNÍ VAZIVOVĚ TUKOVÁ TKÁŇ).....	17
<b>2 FYZIOLOGIE KŮŽE</b> .....	<b>18</b>
2.1 OCHRANA PROTI NEPŘÍZNIVÝM VLIVŮM ZE VNÍŠNÍHO PROSTŘEDÍ.....	18
2.2 IMUNOLOGICKÉ POCHODY .....	19
2.3 TERMOREGULACE .....	19
2.4 PERMEABILITA KŮŽE .....	19
2.5 SEKREČNÍ ČINNOST .....	20
2.6 ZÁSOBÁRNA VÝŽIVNÝCH A JINÝCH LÁTEK .....	20
2.7 SENZORICKÁ FUNKCE.....	20
2.8 PSYCHOSOCIÁLNÍ FUNKCE.....	21
<b>3 SEKREČNÍ ČINNOST</b> .....	<b>22</b>
<b>4 KERATINIZACE</b> .....	<b>23</b>
4.1 SYNTÉZA KERATINU .....	26
4.2 VÝZNAM KERATINIZACE .....	27
4.3 PORUCHA VÝVINU KERATINOCYTŮ .....	28
4.4 KERATINIZOVANÁ KOŽNÍ ADNEXA .....	28
4.4.1 Vlasy .....	29
4.4.2 Růst vlasu.....	29
4.4.3 Stavba vlasů a vlasových folikulů.....	30
4.4.4 Keratinizace a keratiny vlasu .....	32
4.4.5 Nehet .....	33
<b>5 PRODUKCE MELANINU</b> .....	<b>34</b>
5.1 MELANOCYTY .....	34
5.2 MELANINOVÝ PIGMENT .....	35
5.3 MELANIN A RASY .....	36
5.4 MELANOGENEZE .....	36
5.5 PORUCHY TVORBY MELANINU.....	37
<b>6 ŽLÁZOVÁ SEKRECE</b> .....	<b>38</b>
6.1 MAZOVÉ ŽLÁZY .....	38
6.1.1 Maz.....	39
6.1.2 Řízení mazové sekrece.....	40
6.1.3 Účast mazu na ochranném kožním filmu.....	40
6.2 EKRINNÍ A APOKRINNÍ POTNÍ ŽLÁZY .....	41
6.3 APOKRINNÍ POTNÍ ŽLÁZY.....	41
6.4 EKRINNÍ POTNÍ ŽLÁZY .....	42
6.4.1 Pot .....	43



6.4.2	Hyperhidróza (nadměrné pocení).....	44
6.4.3	Hypohidróza (nedostatečné pocení).....	44
6.4.4	Vliv ekrinních potních žláz na regulaci tělesné teploty .....	45
6.5	ŽLÁZA MLÉČNÁ.....	46
<b>7</b>	<b>TVORBA VITAMINU D V KŮŽI.....</b>	<b>48</b>
7.1	VÝZNAM VITAMINU D.....	48
<b>8</b>	<b>SEKRECE CYTOKINŮ V KŮŽI.....</b>	<b>50</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>51</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>52</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>55</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>57</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>58</b>

## ÚVOD

Tato práce je věnována sekreční funkci lidské kůže. Z pohledu sekrece lze kůži považovat za rozsáhlou žlázu, jejíž produkty jsou keratin, melanin, pot a maz. Ve vzájemné souhře plní řadu místních funkcí a organismus se jimi zbavuje části katabolitů.

Tuto práci jsem si zvolila, protože jde o téma týkající se lidského těla. A kůže je největším lidským orgánem, jehož důležitou úlohou je ochrana organismu před vnějším prostředím. Jak lidské tělo funguje, bylo pro mou osobu téma od malička zajímavé a fascinující.

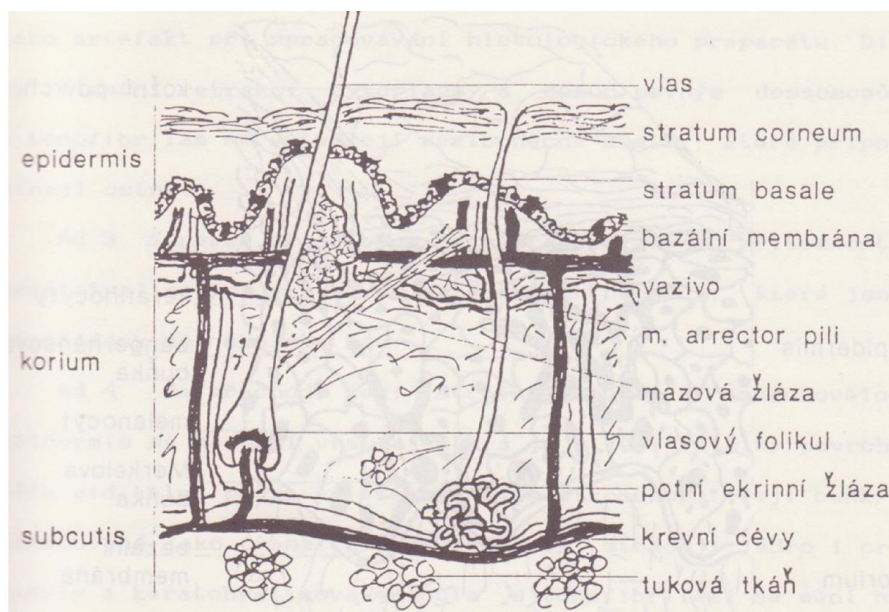
Práce se v úvodu zabývá morfologií lidské kůže a dále jsou zde zmíněny funkce kůže. Následuje bližší pojednání o funkci sekreční čili o rohovění, tvorbě melaninu, potu a mazu.

Keratinizace neboli rohovění je přirozený proces v epidermis, během něhož se v povrchových vrstvách pokožky hromadí keratin, který poskytuje kůži ochranu. Vedle ledvin je kůže důležitým orgánem pro vylučování solí a odpadních látek z těla. To je zajišťováno mazovými a potními žlázami, jejichž sekrety (pot a maz) přispívají zároveň k ochraně kůže. Potní a mazové žlázy se podílí na termoregulaci. Potní žlázy produkují pot. Množství vyloučeného potu závisí na teplotě prostředí a tělesné námaze. Výměšek mazových žláz, kožní maz, činí pokožku vláčnou, hebkou a chrání ji. Chrání také vlasy a chlupy před vysycháním a lámáním. V různých buňkách kůže je uložen pigment melanin produkovaný melanocyty, chránící organismus před škodlivými účinky UV záření.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 MORFOLOGIE KŮŽE

Kůže pokrývá 1,6 – 2m<sup>2</sup> povrchu těla, což je asi 5-9 % jeho celkové hmotnosti, a v tělesných otvorech přechází ve sliznici. Celková hmotnost kůže včetně podkoží činí průměrně 15-20 kg, bez podkoží asi 4 kg. Kůži tvoří tři části: *epidermis* – pokožka, *corium* – škára a *tela subcutanea* – podkožní tkáň. Tyto hlavní části doplňují adnexální orgány: žlázy mazové, potní (ekrinní, apokrinní) a mléčné (u mužů afunkční), vlasy a nehty [1].



Obr. 1 Struktura lidské kůže [2].

### 1.1 Epidermis (pokožka)

Epidermis se skládá z několika vrstev epitelových buněk navzájem spojeným desmozomy. Má podíl na mechanické odolnosti kůže, je téměř vzduchotěsná a nepropustná pro vodu. Představuje také hlavní bariéru lidského těla proti pronikání mikroorganismů [15].

Epidermis vzniká z ektodermu. Její průměrná tloušťka je 0,2 mm, může však být tenčí nebo tlustší podle místa těla (oční víčka – chodidla). Její spodní hranice je zvlněná, jsou zde epidermální čepy a papily kororia. Epidermis je dlaždicový vícevrstevný epitel, jeho buňky se mitoticky množí v bazální vrstvě, posunují se směrem k povrchu a přitom se stále více oplošťují a rohovějí. Toto zrání buněk trvá za normálních okolností asi 28 dní. Směrem od kororia k povrchu se epidermis skládá z těchto vrstev: [1]

***Stratum basale (cylindricum)***, bazální vrstva, je tvořena jednou vrstvou palisádovitě uspořádaných cylindrických buněk – keratinocytů – se silně bazofilní plazmou a často se zrnky melaninového pigmentu, který tvoří nad jádrem „čepičku“. Mezi keratinocyty jsou asi v 5% přítomny světlé buňky dendritické, melanocyty. Jsou to buňky nervového původu a mají schopnost vytvářet z dihydroxyfenylalaninu enzymovým působením tyrozinázy melanin. Tento pigment pak předávají keratinocytům. Bazální buňky se navzájem úzce dotýkají výběžky zvanými desmozomy. Mezi pokožkou a korielem tvoří hranici bazální membrána [1].

***Stratum spinosum***, vrstva ostnitá, šťavnatá, nasedá na vrstvu bazální a spolu s ní vytváří tzv. ***stratum germinativum Malpighii***. Tvoří ji několik vrstev polygonálních buněk, které se směrem k povrchu oplošťují. Jsou také spojeny desmozomy a intercelulární prostory jsou vyplněny tkáňovým mokem, který k buňkám přivádí výživné látky a odvádí rozpadové produkty. Po obnažení této vrstvy kůže vlhne až mokvá [1].

***Stratum granulosum***, je tvořena jednou až třemi řadami oploštělých buněk, pro které jsou typická tmavě se barvící granula *keratohyalinu*, prekursoru keratinu. *Stratum granulosum* charakterizují granula *keratohyalinu* tvořená především proteinem profilagrinem. Při přechodu buňky v rohovou vrstvu se profilagrin mění na filagrin, který zajišťuje shlukování a spojování keratinových vláken. V rohové vrstvě se filagrin později rozkládá na volné aminokyseliny dále metabolizované na kyselinu urokanovou (představující ochranu před UV zářením) a hydrokopickou pyrrolidinovou karboxylovou kyselinu zajišťující hydrataci *stratum corneum*. Ve *stratum granulosum* dochází k vytvoření pruhu na vnitřní straně buněčné plazmatické membrány keratinocytů a ke vzniku zrohovělé pevné obálky. Na tuto fázi navazuje uvolnění enzymů destruuujících organely keratinocytů, které zcela zrohovají a spolu s mezibuněčnou substancí vytvářejí rohovou vrstvu *stratum corneum* [4].

***Stratum lucidum***, vrstva jasná, je tenká vrstva nad *stratum granulosum* složená ze dvou až tří světlých, plochých buněk, jejichž jádra ztratila barvitelnost a jejichž plazma se stala homogenní, pravděpodobně přeměnou keratohyalinu v glykogen a eleidin. Tato vrstva je nápaditěji vyvinuta jen na dlaních a chodidlech. Má velký význam pro permeabilitu kůže, představuje důležitou složku bariéry proti zevnímu prostředí [1].

***Stratum corneum***, vrstva rohová, je složena z několika vrstev bezjaderných zcela oploštělých keratinizovaných buněk, které se na povrchu stále odlučují. Je nejsilnější na chodidlech a dlaních. Keratin je hydrofobní a velmi odolný proti mechanickým, fyzikálním a

chemickým vlivům [1]. Tato vrstva je zevní vrstvou epidermis. Kompaktní spodní část této vrstvy se jmenuje *stratum conjunctum*, perifernější a stále se olupující oblast označujeme jako *stratum disjunctum* [4].

Epidermis je tvořena především keratinocyty, buňkami vícevrstevného rohovějícího dlaždicového epitelu. Dalšími buňkami v epidermis jsou melanocyty, Langerhansovy buňky a Merkelovy buňky [4].

## 1.2 Corium (škára, dermis, cutis)

Je mezenchymálního původu. Má část povrchovou – *pars papillaris* a část hlubokou – *pars reticularis*, která dole přechází v podkožní tukovou tkáň. Hlavní hmotu tvoří vazivo, v němž jsou rozptýleny buněčné elementy, cévy, nervy, kožní adnexa a svaly. Vazivovou složku tvoří tři druhy vláken a mezibuněčná hmota. Kolagenní vlákna zajišťují pevnost kůže. Tvoří plst'ovitě propletené a určitým směrem orientované snopce stmelené intercelulárními substancemi. Podmiňují tím i tzv. čáry štěpitelnosti kůže, důležité při chirurgických výkonech a poraněních a při uspořádání kožních projevů některých nemocí. Kolagen produkuje tu a tam mezi snopci uložené fibrocyty. Elastická vlákna tvoří podpurnou síť mezi snopci vláken kolagenních a obkružují zejména adnexa. Podílejí se významně na pevnosti a pružnosti kůže. Retikulinová vlákna tvoří velmi jemnou síť a soudí se, že jsou prekolagenem. Základní intercelulární substance, původně považovaná jen za tmelovou hmotu, se skládá z bílkovin, elektrolytů, tkáňového moku a kyselých mukopolysacharidů a má značný význam pro transport výživných i rozpadových látek. Buněčné elementy jsou za normálních poměrů v koriu řídké. V okolí cév jsou ojedinělé leukocyty a lymfocyty, dále histiocyty, plazmatické buňky a žírné buňky (mastocyty). Typickými buňkami korie jsou fibrocyty (even. i fibroblasty), fixní buňky vaziva. Každá z uvedených buněk má své osobité funkce a většinou více funkcí současně. Tak např. ve fibrocytech se tvoří prekursori kolagenu a elastinu, histiocyty jsou nositeli fagocytární schopnosti, plazmatické buňky produkují protilátky, žírné buňky uvolňují po mechanickém podráždění histamin a heparin, lymfocyty se kromě jiného uplatňují u pozdní přecitlivělosti. Krevní cévy tvoří v kůži hluboký a povrchový arteriální a venózní plexus rovnoběžný s povrchem. Oba plexy jsou spojeny pomocí *rami communicantes*. Z plexů odstupují větve a větvičky k adnexům a do papil, kde tvoří papilární kličky. Směrem k povrchu se adventicie a medie arterioli ztenčují, až přecházejí v kapiláry s jednou vrstvou endotelových buněk. Ve škáře se nacházejí tyto útvary: [1]

### **Mízní cévy a nervstvo koria**

Začínají v papilách a tvoří dvě obdobné pleteně odvádějící lymfu do centra. Nervstvo koria je cerebrospinalní a vegetativní. Senzitivní nervy končí buď jednoduchými terminálními fibrilami, nebo speciálními smyslovými tělísky (Paciniho, Ruffiniho, Meissnerova, Golgiho – Mazzoniho). Slouží k vnímání tlaku, hlubokého čítí, dotyku, tepla a chladu. Vegetativní vlákna ovlivňují funkci žláz, zejména potních, obstarávají vazokonstrikci i vazodilataci a stahy *musculi arrectores pilorum* [1].

### **Kožní adnexa**

Je souborný název pro žlázy mazové, pro apokrinní a ekrinní potní žlázy a pro vlasy a nehty [1].

### **Mazové žlázy**

Jsou žlázy holokrinní, jejich sekret maz (*sebum*) v nich vzniká rozpadem buněk žlázky. Jsou uloženy v horní polovině koria a ústí do folikulů s vlasem (tzv. pilosebaceózní jednotka) nebo i na povrch epidermis. Zvláště velký počet jich je v tzv. seboroické lokalizaci, tj. na obličejí, zejména na nose a v jeho okolí, v horní části prsou a zad. Chybějí pouze na dlaních a chodidlech [1]. Kožní maz snižuje propustnost kůže pro vodu, má antibakteriální účinky a spolu s produkty potních a apokrinních žláz obsahuje pachové látky [15].

### **Apokrinní žlázy, velké žlázy potní**

Vyskytují se hlavně v axilách, perigenitálně a perianálně a v okolí prsních bradavek. Spolu se sekretem odlučují i část buněk (dekapitační sekrece). Jsou uloženy hluboko až na hranici koria a podkoží. Vyvíjejí se zejména v pubertě, mají vztah k druhotným pohlavním znakům a považují se za obdobu pachových žláz zvířat [1].

### **Ekrinní žlázy, malé potní žlázy**

Jejich sekret - pot vytváří spolu s mazem tenký ochranný povlak kožního povrchu. Vyskytují se všude kromě nehtového lůžka, červeně rtů, glans penis, clitoris, prepucia, malých stydkých pysků, nejvíce na dlaních a chodidlech (dyzidrotická lokalizace). Jsou uloženy hluboko v korigu na hranici podkoží a ústí na povrchu samostatným vývodem, potním pórem. Potní žlázu tvoří žlázový tubulus s dvojvrstevným cylindrickým epitelem, stočený v klubičko, vývodná část je spirálovitě vinutá [1].

## Vlasy (pilli)

Vlasy a chlupy vyrůstají z vlasového váčku vzniklého vchlípením pokožky do škáry. Výživa vlasu (chlupu) je zajištěna z cév probíhajících kolem spodní části vlasového váčku. Do folikulu ústí mazová žláзка, která vytváří ochranný maz vlasu (chlupu) i kožního povrchu. K povrchové vrstvě folikulu se upínají jedním koncem drobné snopečky hladkého svalstva – vzpřimovače chlupů, druhým koncem se upínají šikmo pod pokožku. Způsobují vztyčování chlupů, „husí kůže“, a vytlačují maz z mazových žlázek [16].

Podle celkového vzhledu a lokalizace rozeznáváme: *lanugo* (chmýří) fetální a dále terminální, který zahrnuje vlasy kštice (*capilli*), vousy (*barba*), chlupy podpažní (*hirci*), chlupy ohanbí (*pubes*) a jim podobné ochlupení na trupu některých mužů. Zvláštní účel mají krátké a silné chlupy ochranné (oční brvy – *cilia*, obočí *supercilia*, chlupy nosních dírek – *vibrissae*, chlupy zvukovodu – *tragi*). Vlasy pokrývají kůži celého těla kromě dlaní, chodidel, červeně rtů, předkožky a žaludu, vnitřních ploch *labia majora* a okolí nehtů. Jsou uloženy šikmo ve folikulech, což jsou vchlípeniny epidermis. Vyrůstají z vlasové cibulky, která nasedá na vlasovou papilu. Kořen vlasu (část vnořená do kůže) má jeden vazivový a dva epitelové obaly. Samotný vlas se skládá z dřene, kůry a kutikuly. Barvu dodává vlasům melanin, obsažený v kůře. Ve stáří pigmentu ubývá a mezi dření a kůrou se objevují vzduchové bublinky, podstata šedivění vlasů. *Musculus arrector pili* je snopeček vláken hladkého svalstva uložený na té straně folikulu, která svírá s povrchem kůže tupý úhel. Při smrštění zvedá do výše celý folikul, staví vlas do vertikální polohy a vytváří tzv. husí kůže (*cutis anserina*). Na 1 cm<sup>2</sup> kštice je asi 120 - 300 vlasů, na bradě 25 -50 vousů, na těle porůznu 5 – 70 chloupků. Vlasy „žijí“ 2 – 5 let, lanugo ještě déle. Denní přírůstky vlasu jsou 0,2 – 0,5 mm [1].

## Nehet

Nehet vyrůstá z nehtového lůžka, které je překryté kůží koncového článku prstu. Zrohovatělé ploténky kryjí konečné dorzální části prstů rukou a nohou, a tím jim poskytují mechanickou ochranu [16].

Rohová ploténka vyrůstá z nehtové matrix, odkud se pomalu posunuje po nehtovém lůžku k okraji prstu. Matrix i lůžko mají stejné histologické složení jako epidermis. Bílá obloučkovitá skvrna se nazývá lunula, kožní val kolem nehtu *paronychium*. Zadní nehtový val přechází nad lunulou v *eponychium*. Nehet narůstá asi 0,045 mm denně, celý nehet doroste za 6 – 12 měsíců. Nehet na ruce roste asi 3 měsíce a na noze asi 1 rok [1].



### 1.3 Tela subcutanea (subcutis, podkožní vazivově tuková tkáň)

Podkožní tkáň je nejhlubší vrstvou kůže, zprostředkovává spojení s fasciemi svalů nebo s okosticí. Pochází z mezodermu a je složena převážně z tukové tkáně, tvořené tukovými buňkami *adipocyty*, a z lamelárně uspořádaného řídkého vaziva [4].

Vazivo obklopuje hrubými snopci laloky tukové tkáně s tukovými buňkami lipocyty, obsahujícími podkožní tuk triglycerol. U žen bývá tukový polštář 2x silnější než u mužů (8 – 25 mm). Podkožní tuková tkáň dále obsahuje krevní a lymfatické cévy, nervy a nervová tělíska, žlázy potní ekrinní a apokrinní. Její šířka je velmi rozdílná, od nejtenčí (např. na očních víčkách) až po nejsilnější (hýždě, břicho, stehna) [1].

Tukový polštář (*panniculus adiposus*) u dospělých může mít až 10-15 kg tuku vedle obsahu tekutin a soli. V něm jsou nahromaděny skoro 2/3 všech neutrálních tuků. Je to rezerva, ke které v době nouze organismus nejdříve sáhne. Tukový polštář chrání také citlivá ústrojí kůže před poraněním a zhmožděním a zmírňuje sílu mechanických inzultů [5].

Nejvíce tukové tkáně je uloženo na břiše, hýždích a stehnech. Její množství závisí na stupni výživy. Způsob jejího rozložení je ovlivněn pohlavními hormony, proto je rozložení tuku u muže a ženy rozdílné. U žen je více tukové tkáně v oblasti prsou, ledvin a boků [16].

*Panniculus adiposus*, tukový polštář je složen z tukových lalůček, které vyplňují prostory mezi hrubými vazivovými snopci spojujícími spodinu škály se superficiální fascií. Slabší snopce pak rozděluje tukovou tkáň na menší lalůčky, dobře zásobené krevními cévami. Větší cévy a nervy probíhají v hrubších snopcích. Toto bohaté zásobení krví je nutné, neboť v tukovém polštáři ukládá tělo případné přebytky kalorií přijímaných potravou. Naopak zase sahá ihned do tohoto rezervoáru, je-li výživa nedostatečná. A to vše cestou krevního oběhu. Tukový polštář má nejen tuto úlohu, nýbrž také značný úkol při uchování tělesné teploty a vytváří zároveň jakési „podpolštářování“ kůže. Tukový polštář je nesteroidně silný na různých místech. Někde chybí úplně, jako např. v nose, uších, očních víčkách a šourku, a jinde, např. na dlaních a chodidlech, kde musí zvládat značné opotřebování a zatížení, je naopak dobře vyvinut. On je to, který ve spolupráci s kostěným podkladem a svaly modeluje výrazně lidskou tvář, spoluvytváří u mladých lidí krásné napětí hladké kůže, ladné tvary žen a robustnější postavy mužů a je tak jedním z podstatných činitelů inspi- race umělců, zejména malířů a sochařů [5].

## 2 FYZIOLOGIE KŮŽE

Fyziologické funkce kůže těsně souvisí s její anatomickou strukturou a rolí hraničního orgánu oddělujícího vnitřní a zevní prostředí [4].

Úloha kůže v rámci lidského těla je velmi rozmanitá a její vlastnosti nelze posuzovat izolovaně bez vztahu k celému organismu. Žádný fyziologický nebo patologický jev v kůži nebo v některé její vrstvě se nevymyká vlivu nervového řízení, které vše reguluje. Mozková kůra a autonomní nervový systém obstarává tak prostřednictvím kůže spojení organismu se zevním prostředím. Tím je určeno nejen její poslání, nýbrž i její funkce. Kůže chrání tělo před škodlivými vlivy prostředí, přijímá vnější působky, ty škodlivé zeslabuje nebo anuluje, jiné však převádí do nitra organismu. Tam vyvolávají určité reakce, z nichž některé se případně promítnou zpět do kůže jako odpověď na vnější popudy. Vlivy, které na kůži ze zevnějška působí a před kterými tělo brání, jsou zejména chemické a fyzikální, kůže dále chrání organismus také před bakteriálními a houbovými infekcemi [5].

### 2.1 Ochrana proti nepříznivým vlivům zevního prostředí

Svou pevností, pružností a posunlivostí proti spodině chrání hlubší tkáně před mechanickými inzulty. Rohová vrstva inbibovaná mazem i podkožní tuková tkáň jsou dobrým tepelným i elektrickým izolátorem. Rohová vrstva a melanin zachycují v přiměřené míře ultrafialové záření. Určitou úlohu při ochraně před UV zářením má i maz a v potu obsažená urokánová kyselina. Promaštění pokožky proto zvyšuje odolnost proti záření. Naproti tomu zvlhčení a zbobtnání kůže (koupání) zvyšuje citlivost na záření až desetkrát. Keratin rohové vrstvy a povrchový kožní film tvořený mazem a potem představují účinnou ochranu proti četným chemikáliím zevního prostředí i proti maceraci vodou a vodnými roztoky. Neporušená rohová vrstva, její stálé odlučování, kyselé pH (4,5 -5,5), bakteriostatické a baktericidní působení mastných kyselin a řada dalších mechanismů chrání i před nesčetnými mikroorganismy (tzv. samodezinfekční schopnost kůže). Tuto činnost velmi porušuje nešetrné časté mytí kůže, zejména nevhodnými a dráždivými mycími prostředky (alkálie, saponáty) [1].

## 2.2 Imunologické pochody

Kůže je vzhledem k frekvenci kontaktu s antigeny zevního prostředí významným a vlastně největším imunologickým orgánem. Na četné podněty odpovídá kůže fyziologickými i patologickými imunitními reakcemi, je nejnáze senzibilizovatelným orgánem. Imunokompetentní jsou v kůži zejména keratinocyty [4].

Neoddělitelnou součástí ochranného mechanismu kůže jsou imunologické pochody zajištěné prostřednictvím lymfocytů, monocytů, makrofágů, Langerhansových buněk (tvorba imunokomplexů, protilátek) [1].

## 2.3 Termoregulace

Mastný kožní film, keratin a podkožní tuk jsou špatné vodiče tepla. Hlavní podíl na stálé tělesné teplotě však spočívá ve změnách prokrvení a v sekreci potu. Při vazodilataci se vyzařuje tělesné teplo sáláním, při vazokonstrikci kožních cév dochází naopak k omezení výdeje tepla. Nadměrným pocením a odpařováním potu se organismus zbavuje největší části nadměrného tepla (na odpaření 1 kilogramu vody se spotřebuje 539 kcal). Regulace je řízena vegetativním nervstvem [1].

## 2.4 Permeabilita kůže

Kůže je málo propustná pro tekutiny a plyny, tím chrání organismus před vysycháním. V malé míře se kůže účastní i dýchání (výměna kyslíku a oxidu uhličitého) [1].

Rozumí se tím prostup kyslíku kůží, jeho vázání na krev a naopak výstup CO<sub>2</sub> z kůže. Průměrně přijímá kůže za hodinu 0,5 ml O<sub>2</sub> na 1 dm<sup>2</sup> a vydává zároveň 0,94-1,18 ml CO<sub>2</sub>, přepočteno na celý kožní povrch za hodinu, je to 180-212 ml. Srovnáme-li to s hodinovým výdajem CO<sub>2</sub> plícemi, totiž 12,8 l, dospějeme k poznání, že na kůži připadá průměrně jen 1,5 % objemového výkonu plic, což je prakticky skoro bezvýznamné [5].

Chemické látky, např. zevní léky, vnikají do kůže hlavně cestou mazových a potních žláz. V tucích rozpustné látky se vstřebávají nejvíce žlázami mazovými, látky ve vodě rozpustné zase žlázami potními. Jinak je sama kůže pro většinu látek těžko propustná [1].

## 2.5 Sekreční činnost

Hlavními produkty kůže jsou keratin, melanin, pot a maz, které plní celou řadu úkolů a organismus se jimi navíc zbavuje i části katabolitů. Kůže však vytváří i řadu různých ochranných látek, vitamin D aj., čímž se významně podílí na celkové výměně látkové [1].

## 2.6 Zásobárna výživných a jiných látek

Kůže a zejména podkoží (tukový polštář, *panniculus adiposus*) představují bohaté skladiště některých látek – v první řadě tuku, dále cukru, chloridu sodného a vody [1].

Kůže cukr nejen uskladňuje, nýbrž jej i rozkládá a syntetizuje. Užívá jej jako některé jiné orgány co zdroj energie potřebné ke kožnímu tkáňovému dýchání. Průkaz fermentů štěpících uhlohydráty, jako je diastáza a amyláza, jakož i látek vznikajících při odbourávání cukru, ukazují na uhlohydrátovou výměnu v kůži. Ta se řídí stejnými pravidly jako v játrech nebo svalech. Kůže je také jedním z nejdůležitějších skladišť kuchyňské soli. V hospodářství s vodou jsou ledviny nejdůležitější, neboť vyměšují 1-1,5 l za 24 hodin. Kůže je na druhém místě. Vylučuje 400-600 ml denně. Tento výdaj stoupá značně ve vlhku a horku. Další část vody odchází z těla parami vydechovanými plícemi a rovněž vyprazdňováním obsahu střeva [5].

## 2.7 Senzorická funkce

Kůže jako smyslový orgán zprostředkuje organismu informace o zevním a vnitřním prostředí prostřednictvím receptorů, které registrují teplo chlad, dotyk, tlak, bolest, nebo svědění [4].

Kůže je bohatě vybavena nervovými elementy jak centrálního a autonomního nervového systému, tak čidly nejrůznějších druhů. Zprostředkuje vnímání nejméně čtyř pocitů: hmatových, tepelných, chladových a bolestivých. Vedle těchto čtyř pocitů má kůže ještě dva, jen jí vlastní pocity. Je to parestezie a svědění. Pocit parestezie má nejspíše vztahy k jemným pocitům hmatovým, kterým slouží jako čidla Meissnerova hmatová tělíska a snad také nervové pleteně pochev vlasových kořenů. Svědění, tento obvyklý průvodce většiny kožních chorob, stupňující se někdy až do nesnesitelnosti, mohl by být vyvolán minimálními podněty na zakončení vnímání bolestivých podnětů. Může být ale také vyprovokován z centra psychicky nebo působením na dráhy vodící pocity bolesti. Citlivost hmatu je na různých místech kůže nestejná a měří se nejmenším právě vnímaným tlakem v mg.

Nejmenší citlivost má podle Bělehrádka kůže čela, boltce, tváře, nosu, a to 2, kštica 15, hřbet ruky 2-5, hřbet nohy 10-215 a chodidlo a prsty na nohou 115-515 mg. Při tom se citlivost hmatu neřídí jen hustotou tlakových bodů. Na dlani je jich na 1 cm<sup>2</sup> 100-135 a přibývá jich směrem ke konci prstů, kde je citlivost větší. Avšak ve kštici, kde je jich zhruba stejně jako vlasů, tj. 300 na 1 cm<sup>2</sup>, je citlivost menší. Na chodidle je tlakových bodů velmi mnoho, nicméně citlivost je tu malá, jistě snižená silnou vrstvou rohovou. Bolest vnímají volná zakončení nervů v pokožce, místní smysl je realizován hlavně dotykovými a pak také tepelnými chladovými a bolestivými pocity. Změny tepelného stavu umožňuje rozeznávat pocit tepla a chladu. Orgánem tepelného čítí jsou chladové a tepelné body. Chladových bodů je podle Bělehrádka na 1 cm<sup>2</sup> 6-23. Počet tepelných bodů se odhaduje na 16 000. Tepelné body jsou situovány hlouběji než chladové [5].

## 2.8 Psychosociální funkce

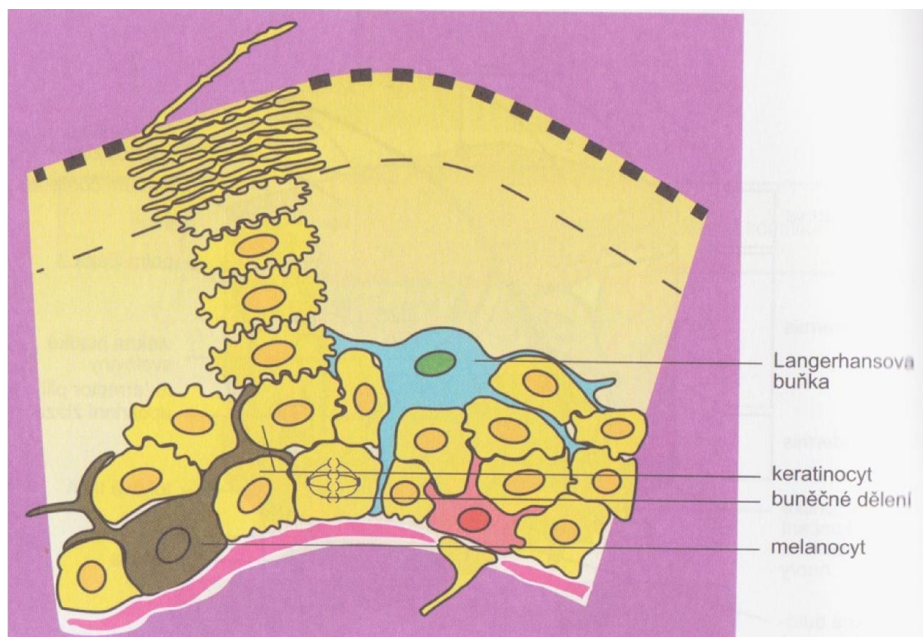
Vzhled jedince podmiňuje mimo jiné aktuální stav kůže, její fyziologické změny ve smyslu stárnutí nebo patologické kožní projevy. Kůže se takto účastní nonverbální komunikace a je důležitým faktorem ovlivňujícím chování i postavení jedince ve společnosti, protože jeho vzhled může vést k pocitům méněcennosti, souvisí s profesním a společenským úspěchem, včetně úspěchu v navazování sexuálních vztahů [4].

### 3 SEKREČNÍ ČINNOST

Z pohledu sekrece lze kůži považovat za rozsáhlou holokrinní žlázu, jejíž produkty jsou keratin, melanin, pot a maz. Ve vzájemné souhře plní řadu místních funkcí a organismus se jimi navíc zbavuje části katabolitů [3].

## 4 KERATINIZACE

Nejhlouběji uloženu vrstvou v epidermis je *stratum basale*. Skládá se z cylindrických buněk s velkými jádry a relativně malým množstvím cytoplazmy. Tyto keratinocyty mají společně s některými buňkami ze *stratum spinosum* schopnost dělení, proto někdy nazýváme *stratum germinativum* (Malpighi). Buněčné elementy jsou navzájem propojeny *desmosomy* a pomocí *semidesmosomů* připojeny k *lamina basalis* (bazální membráně), která tvoří rozhraní mezi epidermis a korielem. Této oblasti se společně s malou naléhající částí *pars papilaris korii*, říká dermoepidermální junkční zóna nebo zóna bazální membrány. Bazální membrána je složena ze dvou částí. Kotvící fibrily z korie jsou připojeny k *lamina densa*, blíže k epidermis je pak *lamina lucida*. Několik dalších epidermálních řad blíže k povrchu označujeme jako *stratum spinosum*. *Stratum spinosum* je charakterizováno přítomností keratohyalinových zrn v oploštěnějších buňkách, které jsou uspořádány do několika řad. Na přechodu mezi *stratum corneum* a nezrohovělou epidermis se nachází vrstva, která je v kůži většiny povrchu těla viditelná pouze v elektronovém mikroskopu. Její buňky označované jako tranzitní keratinocyty, ztrácejí jádro i organely a keratohyalinová granula s tonofibrilami se mění na keratin. Další vrstvou je *stratum corneum*. Jeho buňky (korneocyty) nemají jádro a jsou zrohovělé. Kompaktní spodní část této vrstvy se jmenuje *stratum conjunctum*, perifernější a stále se olupující oblast označujeme jako *stratum disjunctum* [3].



obr. 2 Keratinocyty a jejich vztah k ostatním kožním elementům [15].

Keratinizace je přeměna v keratin. Keratin je skleroprotein vlasů, nehtů a epidermis, je odolný proti autolýze, chemickému natrávení a dalším fyzikálně-chemickým vlivům. Keratinizační (epidermopoetický) proces představuje specifickou formu proteosyntézy jako proliferaci, diferenciaci a transformaci keratinocytů v keratin. Začíná mitózami v bazální vrstvě epidermis a končí vznikem bezjaderného, dehydratovaného, keratinem vyplněného korneocytu. Bazální keratinocyt (dceřiná buňka při mitóze) při vstupu k povrchu prodělává četné změny biochemické a morfologické provázené zvýšenou enzymatickou aktivitou. Nejvíce aktivní keratogenní zóna je lokalizována ve *stratum granulosum*, kde je proces nejintenzivnější (přeměna skupin SH v SS). Cyklus buněčného dělení probíhá v dobře definovatelných fázích – G<sub>1</sub>, S, G<sub>2</sub>, a M. Putování keratinocytů až do odloučení trvá přibližně 28-30 dní (regenerační doba epidermis), rohová vrstva se obnoví za 8 dní, regenerační časy podle druhu poškození se pohybují mezi 4 a 40 dny. Mitotický proces a odlučování částic rohoviny jsou vzájemně vyvážené. Epidermální buněčnou kinetiku řídí cAMP, PGE<sub>1</sub>, PGE<sub>2</sub>, chalony (pravděpodobně glykoproteiny v keratinocytech granulózní vrstvy inhibující proliferaci aktivitu), epidermální růstový faktor naopak aktivitu stimuluje. U hyperproliferčních procesů, např. psoriázy, jsou cykly buněčného dělení podstatně zkráceny a mimo to se do celého procesu zapojuje klidná strategická rezervní buněčná populace (asi 60% bazálních keratinocytů proti 1% klidového stavu) [6], [3].



Epidermogeneze spotřebuje asi 20 % bílkovin v potravě, odlučováním *stratum disjunctum* se ztrácí dusíkaté aminokyseliny, epidermální tuky a nežádoucí látky na povrchu. Deskvamace u psoriázy činí až 15 g šupin denně, u erythrodermií denní ztráta dusíkatých látek může dosáhnout kolem 30 g. Účinek alkálií (mýdla) a alkalická reakce po rozkladu potu na styčných místech porušují hydrofobii keratinu, který bobtnáním ztrácí svoji rezistenci. Normální keratinizační proces je základním předpokladem pro správnou bariérovou funkci rohové vrstvy především proti nežádoucímu průniku nox z okolí a v zájmu regulace výdeje látek zevnitř [3].

Keratinocyty jsou nejpočetnější buňkou v epidermis. Na hranici epidermis s bazální membránou jsou tyto buňky kubické a mají vlastnosti kmenových buněk. Dělením se jejich populace obnovuje a další část dceřiných buněk se diferencuje v keratinocyty. Při tom se buňky posouvají do zevních vrstev, oplošťují se, ztrácejí buněčné organely a v jejich cytoplazmě přibývá cytoskeletální bílkoviny keratinu. Vlákna keratinu procházejí i mezibuněčnými spojeními. Mechanickým zatížením se buňky postupně degradují a v podobě jemných keratinových šupinek se z povrchu těla odlučují. Díky spojení keratinocytů je propustnost této vrstvy pro vodu oběma směry velmi malá. Napomáhá tomu i tenký film mazu vytvořený mazovými žlázami. Tloušťka epidermální vrstvy a rychlost její obnovy závisí na její lokalizaci na těle, genetických faktorech, ale také na intenzitě mechanické stimulace. Nejtlustší je obvykle keratinová vrstva na ploskách nohou a dlaních [7].

V místech, kde je kůže vystavena velkému opotřebování a tlaku, jako na ploskách nohou nebo na dlaních např. u manuálně pracujících, nalézáme nejen velmi silnou vrstvu rohovou, nýbrž i všechny ostatní vrstvy kůže jsou podstatně mohutnější. To dobře ukazuje následující tabulka: [5]

Tloušťka (mm)	pokožky	škáry	podkoží	celé kůže
Oční víčko	0,1	0,6	0,6	1,3
břicho	0,1	2,0	4-9	6-11
chodilo	2,0	3,0	4-9	9-15

Tab. 1 Tloušťka pokožky, škáry, podkoží a celé kůže na různých částech těla [5].

Kůže je dále nejsilnější v těch partiích chodidel, na které při chůzi nejvíce působí hmotnost celého těla, tj. na patě a na bříškách pod prsty. Také na hýždích je kůže značně silná [5].

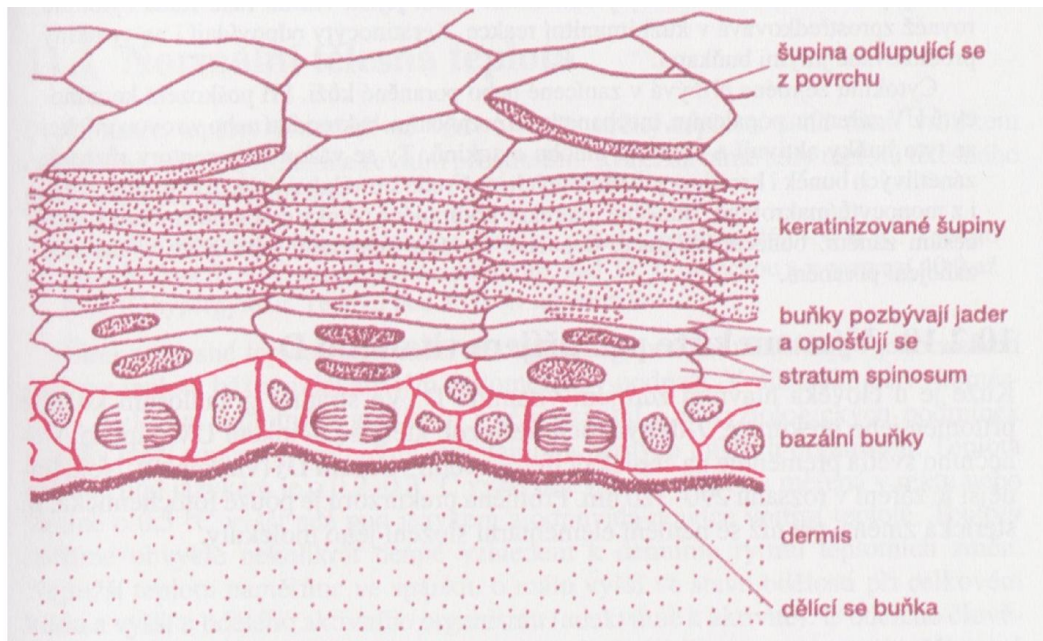
Keratinocyty jsou pospojovány četnými desmozomy. Buňky bazální vrstvy jsou navíc ukotveny hemidesmosomy k bazální lamině. V keratinocytech probíhají různými směry tlusté svazky intermediárních cytokeratinových filament (tonofilament), které se upínají do cytoplasmatické membrány v místě desmozomů. Tato filamenta spolu s mezibuněčnými kontakty představují trakční síť, která prochází celou epidermis a je napojena na kolagenní vlákna dermis v oblasti dermo-epidermálního spojení [8].

Keratinocyty slouží organismu i určitou dobu po svém zániku. Jedním z hlavních úkolů epidermis je vytvoření *stratum corneum* z mrtvých keratinocytů. Proces jejich vzniku trvá na kůži trupu průměrně 4 týdny, na kůži hlavy asi 14 dní. Základy pro keratin jsou už v buňkách bazální vrstvy. Jsou to intracelulární tonofilamenta, která jsou součástí závěsného aparátu buňky. Sleduje-li se, jak postupuje keratinocyt směrem k povrchu epidermis, pak jde vidět, že v dolní *stratum spinosum* zvyšuje nejprve přechodně svou metabolickou aktivitu počet mitochondrií a ribosomů, zvětší granulární endoplasmatické retikulum i svůj objem. Při tom se zpevňují tonofilamenta a vytvářejí lipidová granula, obalená membránou. Jsou viditelná pouze v elektronovém mikroskopu. Ve *stratum granulosum*, jak již bylo zmíněno, k nim přibývají granula keratohyalinu. Poslední aktivní funkcí vitálních keratinocytů je vytvoření pruhu na vnitřní straně plazmatické membrány. Na tuto fázi navazuje uvolnění enzymů, které destruuji organely keratinocytů. Lipidová granula se podílí na vytvoření pevné mezibuněčné substance, z keratohyalinových granul vznikají amorfni součásti rohové vrstvy [3].

#### 4.1 Syntéza keratinu

V průběhu diferenciaci ve vitálních keratinocytech jsou syntetizovány produkty nutné pro tvorbu zrohovělé vrstvy. Probíhá následující proces: Ve *stratum granulosum* se tvoří velké molekuly proteinu profilaggrinu, který vyvolá agregaci filament cytokeratinu. Na přechodu do *stratum corneum* je profilaggrin štěpen kaspasou-14 na malé monomery filaggrinu. Filaggrin navozuje v buňkách úplnou agregaci cytokeratinových filament. Takto vzniká mechanicky a chemicky odolný materiál keratin, který vyplňuje celou zrohovělou buňku. Okolo každé zrohovělé buňky se tvoří nerozpustný, odolný a přitom pružný proteinový obal (rohový obal). Součástí tohoto procesu je ukládání určitých proteinů na vnitřní ploše buněčné membrány. Transaminasa obsažená v buněčné membráně umožňuje tak jejich

vzájemné propojení, tak spojení s keratinovou výztuží a také s desmozomy. Cytoplazmatická membrána je postupně nahrazována jednou vrstvou polárních lipidů, které se ukládají na zevní stranu zrohovělého obalu, kovalentně se s ním spojují a zároveň umožňují spojení s polárními lipidy v mezibuněčných štěrbinách [8].



Obr. 3 Znázornění regenerace epidermis [25].

## 4.2 Význam keratinizace

Epidermis vytváří difusní bariéru, která zabraňuje ztrátě vody a vnikání hydrofilních látek do organismu. Zrohovělá vrstva kůže chrání do značné míry organismus před vlivy kyselin (méně proti louhům) díky chemicky odolnému keratinu ve zrohovělých buňkách. Mezibuněčné štěrby ve zrohovělé vrstvě jsou „zapečetěny“ extracelulárními polárními lipidy (ceramidy). Tyto lipidy jsou syntetizovány ve *stratum granulosum* a ukládány jako malá lamelární tělíska. Po uvolnění z buněk exocytosou se ukládají v mezibuněčných štěrbinách *stratum corneum*, které zcela vyplňují [8].

Vlastní *stratum corneum* je dominantní bariérou a korneocyty plní zde poslední geneticky určenou funkci, tj. zachování integrity kožního povrchu. Prostřednictvím odlučujících se

částí *str. disjuncti* ztrácí organismus určité množství složek včetně látek škodlivých, takže keratinizace se také stává důležitým detoxikačním faktorem [3].

### 4.3 Porucha vývinu keratinocytů

Porucha vývinu keratinocytů je příčinou lupénky neboli psoriázy. Zatímco normální vývin keratinocytů trvá 3-4 týdny, při lupénce je zkrácen na pouhé 3-4 dny. Buňky proto velmi rychle stárnou a v nadměrné míře se odlupují. Typickým příznakem lupénky jsou vyvýšené, plošné a zarudlé papuly na kůži pokryté odlupujícími se bílými šupinami. Objevují se nejčastěji na loktech, kolenou, na hrudníku nebo ve vlasaté části hlavy. Postižená místa mohou pálit nebo svědit. Psorizáza je chronické onemocnění, které nikdy nelze zcela vyléčit. Její projevy lze však zmírnit používáním extern, ozařováním UV paprsky, speciálními koupelemi nebo lázeňskou léčbou. Onemocnění není infekční. Předpokládá se, že jde o autoimunitní chorobu, při jejímž vzniku se může uplatnit určitá genetická dispozice [29].

### 4.4 Keratinizovaná kožní adnexa

Mezi kožní orgány, keratinizovaná kožní adnexa, patří vlasy a nehty. Jsou to deriváty epidermis, které se vyvíjejí pod řídicím vlivem dermis. Vznikají jako solidní epitelové čepy, které vyrůstají do dermis a posléze se diferencují [8].

Vlasy, chlupy a nehty jsou produktem rohovění epidermis. Vyrůstají z invaginací epidermis, které v hlubších vrstvách obsahují mitoticky aktivní buňky (buňky matrix srovnatelné s mitoticky aktivními keratinocyty bazální vrstvy). Buňky pocházející z buněk matrix se diferencují ve zrohovělé buňky, z nichž se skládá vlasový stvol a nehtová ploténka. Proces rohovění odpovídá v hrubých rysech rohovění epidermis. Rozdíly jsou především v kinetice růstu, v prostorovém uspořádání a v tvrdosti zrohovělých částí. Neobyčejná tvrdost a odolnost (jak proti mechanickým, tak také chemickým vlivům) je podmíněna biochemickými zvláštnostmi keratinu. Specifické typy tvrdých cytokeratinů, právě tak jako přidružené proteiny jsou charakteristické pro vlasy a nehty, a vysoký obsah cysteinu dovoluje silnější zesíťování (disulfidickými můstky) než v keratinu epidermis. Zrohovělé buňky vlasů a nehtů jsou spolu spojeny pomocí desmosomů a polárních lipidů [8].

#### 4.4.1 Vlasy

Vlasy vznikají již během nitroděložního vývoje vchlípením epidermis do dermis a obklopením tohoto útvaru papilou, čímž se vytvoří základ pro vlasový bulbus. Ve 20. týdnu gravidity začíná vyrůstat lanugo. Počet vlasových folikulů se již postnatálně nezvyšuje [3].

V postnatálním období lze rozlišovat dva základní typy chlupů. Prvním typem jsou velusové chlupy (chmýří), jemné ochlupení srovnatelné s fetálním lanugem, které u dětí a žen pokrývá většinu tělesného povrchu, jsou tenké v průměru maximálně 20  $\mu\text{m}$ , krátké, nejsou téměř pigmentovány a folikuly mají v dermis. Druhým základním typem jsou terminální chlupy. Jsou dlouhé a silné až 100  $\mu\text{m}$ , pigmentované s folikuly zasahujícími až do *subcutis* (příkladem jsou vlasy, řasy, obočí, pubické chlupy a u mužů vousy) [8].

Na celém těle je asi 5 milionů folikulů, z toho asi 1 milion na hlavě. Ve kštici je průměrně kolem 100 000 vlasů. Asi 15 – 20 % z nich je v klidové telogenní fázi, převážná část zbytku pak v aktivní anagenní fázi. Z toho je možno odvodit počet fyziologicky vypadlých vlasů – asi 80 denně. Tloušťka vlasu, rychlost růstu, pigmentace a hustota na 1  $\text{cm}^2$  závisí na pohlaví a dané lokalitě. Normální vlas kštice vyrostě za den o 0,35 mm. Jeho životní cyklus trvá 2 až 6 let. Barva vlasu závisí na počtu a aktivitě melanocytů vlasového folikulu [3].

Ve folikulech šedých, resp. bílých vlasů je počet melanocytů již nižší a kůra obsahuje vzduchové bubliny [8].

Existuje několik typů vlasů. Lanugo nahrazuje po porodu velusový vlas, který nemá dřev a má málo pigmentu. Terminální vlas je silnější, pigmentovaný a s dřeví. Mezi *pili longi* (dlouhé vlasy) tohoto typu patří: *capillitium* (kštice), *barba* (vous), ochlupení těla. Zbylé ochlupení na hlavě jsou *pili breves* (krátké vlasy): *cilia* (oční řasy), *supercilium* (obochí), *vibrissae* (chloupky v nose), *tragi* (chloupky v ústí zevního zvukovodu) [3].

#### 4.4.2 Růst vlasu

Vlas neroste kontinuálně, ale v periodických cyklech obnovy růstu (růst, stagnace, vypadávání). Základem růstu je mitotická aktivita buněk matrix a diferenciační děje, při kterých buňky vlasu rohovějí. Všechny vlasové folikuly procházejí růstovým cyklem, který trvá několik málo měsíců (např. obočí) nebo let (vlasy na hlavě). Cyklus růstu vlasů na hlavě obsahuje následující fáze. Anagen (růst 3-8 let), katagen (involuce, cca 3 týdny), telogen (období klidu cca 3 měsíce). Vlasový cyklus je řízen fibroblasty ve vlasové papile podle

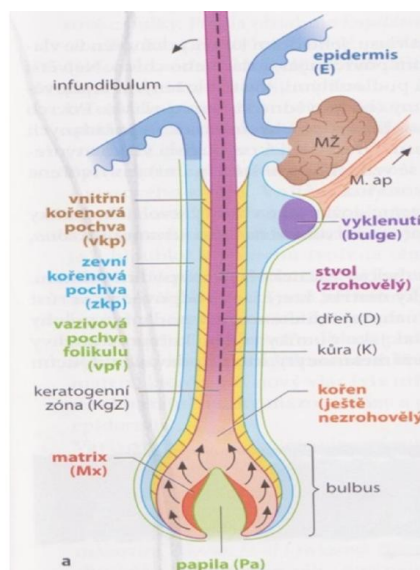
daného chronobiologického rytmu. Když fibroblasty přestanou stimulovat buňky matrix, růst se zastaví a začíná katagen. Celá dolní část vlasového folikulu se zkracuje probíhající apoptosou, až se jeho spodina spolu s neaktivní papilou přiblíží k vyklenutí folikulu. Tím jsou aktivovány kmenové buňky, ze kterých vznikají buňky matrix. Tyto proliferují a zároveň aktivují fibroblasty papily, které znovu obnoví svoji řídicí funkci. Cyklus končí vypadnutím vlasu, starý vlas vypadne nejpozději poté, co se na povrchu objeví vlas nový. Poté následuje nový anagen. U člověka nejsou cykly jednotlivých folikulů synchronizovány (na rozdíl od celé řady savců s viditelným línáním a obnovou srsti). Zhruba 90 % vlasů se nachází ve stadiu anagenu. Při vyvážené bilanci nevypadává denně více než 100 vlasů [8].

#### 4.4.3 Stavba vlasů a vlasových folikulů

1. *Vlasový stvol* je kompletně zrohovělá část vlasu. Jeho dolní konec je zanořen ve vlasovém folikulu. Největší část vlasového stvolu tvoří kůra, tvořená podlouhlými, hustě uloženými zrohovělými buňkami, které obsahují melanosomy. Povrch kůry kryje kutikula vlasu. Dřen vlasu bývá vytvořena po celé délce pouze v silných terminálních vlasech. V jemných vlasech může být fragmentovaná, nebo je přítomna jen v určitých segmentech vlasového stvolu, popřípadě chybí úplně. Dřeň vlasu je složena z velkých, obvykle pigmentovaných buněk s velkými intracelulárními vakuolami. Spojení buněk je volné, mezi buňkami jsou zřetelné interceluární prostory, které patrně ovlivňují refrakci světla a tím i barevný tón vlasu. Buňky dřeně nejsou keratinizované [3], [8].
2. *Kořen vlasu* má stejný cylindrický tvar a stejné složky jako vlasový stvol. Jeho buňky však nejsou zrohovělé. Na hranici kořene a stvolu se nachází keratogenní zóna, v které probíhá zrohování buněk [8].
3. *Vlasová cibulka* je paličkově ztlustělý epitelový začátek vlasu na spodině folikulu. Cibulka obsahuje mitoticky se dělící buňky matrix, které jsou zodpovědné za růst vlasu. Dceřiné buňky matrix se posouvají nahoru a diferencují se podle své polohy v buňky dřeně, kůry, nebo kutikuly, právě tak jako v buňky vnitřní kořenové pochvy [8].
4. *Vlasová papila* je tvořena vchlípením dermis, bohatého na buňky, do vlasové cibulky. Papila obsahuje kapilární kličku důležitou pro cévní zásobení vlasové cibulky. Fibroblasty ve vlasové papile produkují a parakrinně uvolňují dosud jen částeč-

ně známé faktory, které řídí dělení buněk vlasové matrix a tím i růst vlasu. Bez papily není tvorba vlasů možná [8].

5. *Infundibulum* je horní část folikulu, kterou se folikul otevírá na povrch kůže. Ve spodině *infundibula* ústí mazová žláza a nad ní případně ústí vývod apokrinální žlázy, pokud je přítomna [8].
6. *Epitelové kořenové pochvy* tvoří uvnitř folikulu koncentrické obaly kořene a vlasového stvolu. Vnitřní kořenová pochva rohoví již před rohověním buněk vlasu. Tvoří s vlasovým kořenem nebo s vlasovým stvolem pevný komplex až po spodinu *infundibula*, kde se její buňky olupují. Vnitřní kořenová pochva je z hloubky k povrchu tvořena těmito vrstvami – kutikula pochvy, Huxleyova vrstva a Henleova vrstva. Zevní kořenová pochva je tvořena z více vrstev světlých nezrohovělých buněk. Biologicky významnou částí zevní kořenové pochvy je její vyklenutí v oblasti před *infundibulem*. V tomto vyklenutí se nacházejí buňky matrix, které tvoří nový vlas [8].
7. *Vazivová pochva* obaluje vlasový folikul. Je složena z vnitřní pochvy fibril uspořádaných cirkulárně a z tlustší zevní vrstvy longitudinálních fibril. Obě vrstvy se skládají z kolagenních fibril, z malého množství elastických vláken a z fibroblastů [5].
8. *M. arrector pili* je hladký sval inervovaný sympatikem. Vychází se *stratum papillare* dermis a upíná se do vazivové pochvy vlasového folikulu pod mazovou žlázou [8].



Obr. 4 Vlasový folikul [8].

#### 4.4.4 Keratinizace a keratiny vlasu

Proces keratinizace vlasu je sledován z několika aspektů. První z nich si všímá pochodů a kontrolních mechanismů proteinové syntézy v buňkách folikulu, další je zaměřen na biochemické a biofyzikální charakteristiky proteinů syntetizovaných buňkami a konečně poslední sleduje vztahy mezi početnými proteiny, které vytvářejí zcela keratinizovaný vlasový stvol [14].

Volné aminokyseliny, nutné ke stavbě peptidového řetězce, který tvoří základ molekuly keratinu jsou získávány z hotovosti všech aminokyselin v organismu. Z krevního oběhu se dostávají k folikulárním buňkám přes buněčnou membránu aktivními transportními mechanismy. Nejdůležitějšími aminokyselinami folikulární proteinosyntézy jsou aminokyseliny obsahující síru, především cystein, protože vytváří stabilní disulfidické vazby mezi molekulami keratinu. Disulfidové vazby mohou být porušeny oxidací nebo redukcí, kdy se uvolní keratinové komponenty rozpustné ve vodě. U člověka pochází cystein z bílkovin přijímaných potravou [14].

Proteinová syntéza v bulbárních keratinocytech probíhá zpočátku jako v jiných buňkách syntetizujících protein. Transkripcí DNA vznikají tři typy RNA, z nich ribosomální RNA tvoří součást ribosomů, cytoplazmatických organel, na jejichž povrchu probíhá proteinová syntéza. Transferová RNA zajišťuje přenos specifických aminokyselin v cytoplazmě. ATP, produkovaný během celulární respirace, je částečně využit při proteinové syntéze na ribosomech. Ribosomy mají většinou polysomální konfiguraci. Polysomy jsou tvořeny skupinou ribosomů vázaných dohromady messenger RNA a jsou často připojeny k membránovým systémům buňky. Předpokládá se, že různé velikosti polysomů vedou k tvorbě různých typů proteinů [14].

Proteiny dřeně vlasu a vnitřní epiteliální pochvy se liší od korových proteinů. Mají malý obsah cysteinu, vysoké procento citrulinu a kyseliny glutaminové. Proteiny buněk vnitřní epiteliální pochvy obsahují v cytoplazmatických fibrilách málo cysteinu a citrulinu a jejich struktura se liší od vlasových keratinů. Keratinový komplex v kůře vlasu je typický, vůči proteolýze odolný vláknitý keratin. Skládá se ze dvou komponent. Z paralelně uspořádaných fibril a z amorfního materiálu základní hmoty. Mikrofibryly, které tvoří fibrózní část keratinového komplexu, vznikají seřazením peptidových řetězců do tvaru  $\alpha$ -šroubovice, která obsahuje střídavě oblasti s malým množstvím cysteinu. [14].



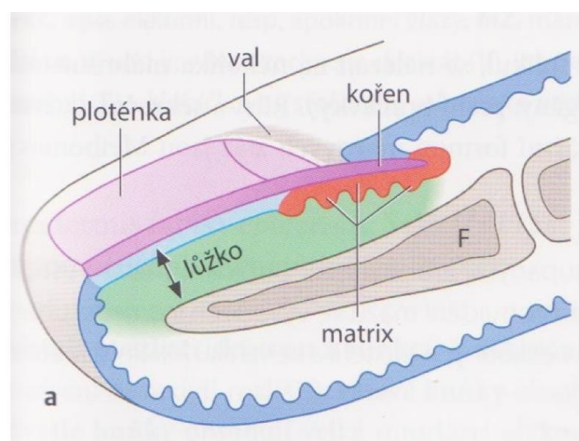
Keratin tvoří 90-99 procent suché váhy vlasu a vlasy jsou nejtrvanlivější struktury lidského těla, které mohou být za určitých podmínek uchovány stovky i tisíce let [14].

#### 4.4.5 Nehet

Nehty vyrůstají na konečcích každého prstu na ruce i na nohou. Zdravý nehet je růžová, lesklá a hladká destička (ploténka) a u každého je různě silná (v průměru asi 0,5 mm). Je částečně průhledná a skládá se ze tří až čtyř různě zrohovatělých (a tvrdých) vrstev, které na sebe těsně přiléhají [9].

Nehet je tvořen těsně spojenými lamelami tvořenými zrohověnými buňkami epidermis. Tvoří ho nehtová ploténka, která je proximálně a po stranách zasazena do kožních záhybů, které okraje ploténky překrývají. Kořen nehtu se nalézá pod proximálním kožním valem. Tenká blanka epidermis (*eponychium*) uzavírá štěrbinu proximálního kožního valu a chrání tím kořen nehtu. Nehtová ploténka je zakotvena v epitelu *stratum basale* a *spinosum* (*hyponychium*), které spolu s dermis tvoří nehtové lůžko. Epitel *hyponychia* přechází proximálně do nehtové matrix. Nehtová matrix umožňuje růst nehtu. Její dceřiné buňky se diferencují v rohovějící buňky, které jsou postupně zavzaty do kořene nehtu. Růst nehtu (0,5-1 mm za týden) probíhá průběžně [8].

Nehty rostou po celý život kontinuálně. Skládají se z tvrdého keratinu, který se na rozdíl od rohoviny epidermis neolupuje. Průměrná rychlost růstu je asi 0,1 mm za den, což znamená, že nehet odroste přibližně za 3-4 měsíce. Nehty na ruce rostou rychleji než na nohou. Tloušťka nehtové ploténky individuálně kolísá. Vyrůstá z nehtové matrix, která je zčásti kryta zadním nehtovým valem, zčásti prosvítá pod proximálním koncem ploténky jako lunula. Distálněji pak přechází do řídkšího epitelu nehtového lůžka [3].



Obr. 5 Nehet [8].

## 5 PRODUKCE MELANINU

### 5.1 Melanocyty

Melanocyty jsou dendritické buňky, které produkují melanin, nacházejí se v bazální vrstvě epidermis, také se vyskytují v oku, mozku a vnitřním uchu a vzácně i jinde [6].

Melanocyty jsou zodpovědné za pigmentaci kůže. Syntetizují pigment melanin. Melanin je předáván keratinocytům spodních vrstev epidermis. Jeden melanocyt zásobí průměrně 36 keratinocytů (epidermální melaninová jednotka). Melanin mimo jiné absorbuje UV záření a chrání tím mitoticky aktivní buňky bazální vrstvy před škodlivým účinkem slunečního záření na jejich genom. Melanocyty samotné obsahují malé množství pigmentu, protože průběžně předávají vytvořený melanin keratinocytům [8].

Obsah a distribuce melaninu v kůži jsou vrozené, mohou se však přechodně zvýšit po expozici ultrafialovému záření [7].

Melanocyty jsou neuroektodermálního původu a jsou pouze v bazální vrstvě epidermis, vlasovém folikulu a ojediněle v koriu. Jejich počet kolísá podle lokalizace i mezi různými jedinci. Průměrně však zjišťujeme 1 100 až 1 500 melanocytů v jednom čtverečním milimetru. Nejlépe se dají odlišit v elektronovém mikroskopu podle dendritického tvaru, velkého jádra a melanosomů v cytoplazmě. V těchto organelách se syntetizuje a hromadí melanin a transportuje se jimi do sousedních buněk [3].

Počet melanosomů v melanocytech závisí na tělesné lokalitě a věku. Tvorba melaninu u novorozence je nízká. Také kojenecká a dětská kůže je vnímavější a citlivější na radiaci v ultrafialovém spektru, proto musí být rodiče o této fyziologické odchylce od kůže dospělého informováni. Výjimkou v pigmentaci je kůže genitálu, který pod vlivem mateřských hormonů výrazně pigmentuje, dále *linea alba* a prsní areoly. Největší hustota melanocytů se nachází u dětí do 15 let (v průměru 1 220 buněk na  $\text{mm}^2$ ) s maximem na obličeji, ve kštici a na genitálu. S postupujícím stárnutím kůže jich ubývá – po padesátém roce života najdeme v průměru 900 až 750 melanocytů v  $1 \text{ mm}^2$  epidermis [3].

## 5.2 Melaninový pigment

Melanin je pigment, který je produkován melanocyty a jde o nejdůležitější determinant barvy pleti a barvy vlasů. Pokud jde o kůži, její barva je dána kromě melaninu, také obsahem karotenu, přirozeným žlutavým zbarvením kožní tkáně a obsahem hemoglobinu v cévách dermis [6], [17].

Melanin vzniká z aminokyseliny tyrozinu. Jeho syntéza je závislá na enzymu tyrozináze, který se nachází v melanocytech. Karoten je žluté až oranžové barvivo. Naše tělo jej získává z rostlinné potravy (např. mrkev, rajčata). Má sklon hromadit se v rohové vrstvě epidermis a v tukové tkáni podkoží. Je nutno zdůraznit, že žluté zbarvení pleti u Asiátů způsobují barevné variace melaninu, nikoli karoten. Růžový odstín pleti bělochů je dán rudou barvou okysličeného hemoglobinu ve vlasečnicích dermis. Barva krve prostupuje na povrch, protože kůže bělochů obsahuje málo melaninu a epidermis je téměř průhledná [27].

Rozlišují se dva typy melaninu: eumelanin (hnědo-černý) a feomelanin (červeno-žlutý). Eumelanin má vysokou molekulární váhu a je nerozpustný ve většině rozpouštědel. Feomelanin obsahuje jako eumelanin dusík, ale kromě toho i síru [5].

Melanin je odolný proti téměř všem chemickým činidlům a nemění se ani koncentrovanými kyselinami. Poněkud rozpustný je v koncentrované KOH nebo NaOH a je bělen peroxidem vodíku [17].

Melaninový pigment představuje velmi účinnou složku fotoprotektivní bariéry s poměrně širokým absorpčním spektrem. Melaninová granula předávají dendritické výběžky melanocytů keratinocytům, ta s nimi putují na povrch a vylučují se. Melanin je polymer složený z četných chinonových struktur vázaných na bílkovinný nosič. Syntézu stimuluje světlo především v UV oblasti složitými fotooxidačními pochody, pravděpodobně rozrušením SH skupin blokujících tyrozinázu. Melanin působí jako nepropustný optický filtr, oslabuje světelné záření rozptylem, absorbuje světelná kvanta a přeměňuje je v energii tepelnou a posléze svými volnými semichinonovými radikály zachycuje elektrony z biologického transportu. Časná pigmentace po UV-A a viditelném světle trvá 24 hodin, pozdní pigmentace vyvolává UV-B, předchází jí erytém a trvá několik týdnů. Ozáření UV v oblasti 300-700 nm urychluje melanogenezi, předávání do keratinocytů a putování k povrchu [3].

### 5.3 Melanin a rasy

Bílé a tmavé rasy mají prakticky stejný počet melanocytů, liší se jen jejich aktivitou. U tmavé rasy jsou melanocyty větší a tvoří více pigmentu [3].

Vrozené rozdíly v pigmentaci v jednotlivých kožních oblastech jsou podmíněny rozdílným počtem melanocytů (800-1 500 buněk na  $\text{mm}^2$ ). Rasově podmíněná tmavá barva kůže je dána vyšší základní aktivitou syntézy melaninu, právě tak jako rovnoměrným rozložením jednotlivých melanosomů v keratinocytech – nikoliv větší hustotou melanocytů. Vedle tmavohnědého eumelaninu existují chemicky příbuzné feomelaniny, červeno-žluté pigmenty, které jsou přítomny především u rusovlasých jedinců a které méně chrání před škodlivými účinky slunečního záření. Rusovlasí mají zvýšené riziko vzniku nádorů vyvolaných UV zářením [8].

### 5.4 Melanogeneze

Složité chemický proces, při němž se přeměňuje aminokyselina tyrozin na melanin, probíhá v okrajové části každého melanocyty. Vytvořený pigment se přesouvá do středu buňky, aby překryl a chránil mimořádně citlivé jádro [18].

Melanogenezi řídí MSH předního laloku hypofýzy. Syntéza pigmentu v melanocytech může být vystupňována působením různých cytokinů a hormonů. Tyto látky jsou parakrinně uvolňovány z keratinocytů a jiných kožních buněk ve zvýšené míře při ozáření UV paprsky [8].

Perikarya melanocytů leží přímo nad bazální laminou epidermis a jejich dendritické výběžky zasahují mezi keratinocyty. Primární melanosomy vznikají v centru buňky. Při své cestě do konečků dendritů syntetizují melanin a přeměňují se tak ve zralé melanosomy. Jejich transport do dendritů je umožněn mikrotubuly s kinesinem, zbývající krátká cesta do konečků dendritů je umožněna aktinem a myosinem. Mechanismy přenosu pigmentu do keratinocytů nejsou úplně vyjasněny. Jisté je, že jsou přítom keratinocyty fagoticky aktivní (přijímají odhozené nebo odlomené špičky dendritů melanocytů, nebo jsou melanosomy vyloučeny exocytosou). V kůži světlého typu se melanosomy řadí do skupin nad jádry keratinocytů jako ochranný štít. Ve svrchních vrstvách epidermis dochází k postupné redukci melanosomů [8].

## 5.5 Poruchy tvorby melaninu

Je-li přítomen nadbytek melaninu, pak hovoříme o hyperpigmentaci. Snížená přítomnost melaninu je nazývána hypopigmentace, totální absence melaninu se nazývá depigmentace. Leukoderma je jiný termín pro sekundární hypopigmentaci. Pseudoleukoderma je pak charakterizována světlejší barvou, nikoli však ztrátou pigmentu. Nejobávanější nemocí vycházející z melanocytů je maligní melanom, jedná se o nebezpečný kožní nádor vznikající z melanocytů s tendencí metastazovat [28].

Kožní nádory patří k nejpočetnějším nádorovým chorobám na světě. Při včasné diagnóze však lze většinu kožních nádorů úspěšně a bez následků vyléčit. Ke zvýšení rizika vzniku nebezpečného melanomu přispívá přímé sluneční světlo zejména při pobytu na horách a u moře, kde se intenzita UV záření výrazně zesiluje a dochází zde k nepříjemnému spálení pokožky. Je nevhodné se zejména v době mezi 10. a 15. hodinou zdržovat na přímém slunci. Při pobytech u moře, či na jiných místech s vysokou sluneční aktivitou je žádoucí používat k ochraně kůže opalovací krém s vysokým ochranným faktorem [29].



Obr. 6 Maligní melanon [28]

## 6 ŽLÁZOVÁ SEKRECE

Mazové žlázy, potní žlázy apokrinní a ekrinní patří mezi žlázová kožní adnexa. Tato adnexa jsou lokalizována převážně v koriu. Mazové žlázy a apokrinní žlázy jsou většinou vázány na vlasové folikuly, jejich vývody ústí do *infundibula* folikulu. Ucpání *infundibula* vlasových folikulů odloupanými zrohovělými buňkami může vést při zvýšené produkci v mazových žlázkách k hromadění mazu ve vývodech. V mazu může dojít k rychlému zmnožení jinak neškodných bakterií a ke vzniku lokální zánětlivé reakce (*acne vulgaris*). Ekrinní potní žlázy jsou naproti tomu na vlasových folikulech nezávislé a vyúsťují přímo na povrch epidermis, na kůži s lištami ústí na hřebenech lišt [4], [8].

### 6.1 Mazové žlázy

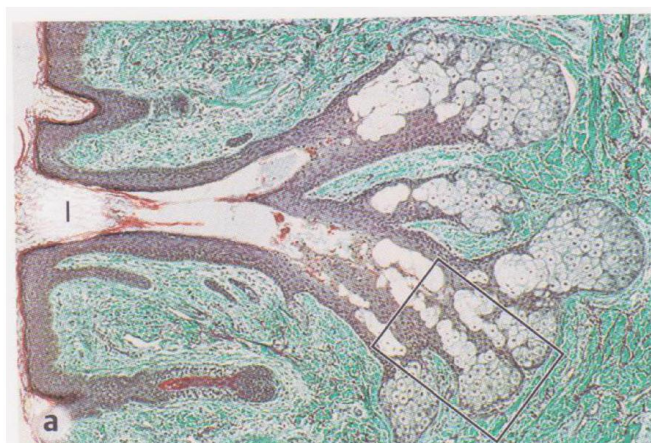
Mazové žlázy patří spolu s vlasy a nehty mezi přídatné kožní orgány vyvíjející se z ektodermu, resp. ze zárodečné vrstvy epitelu. Zakládají se v podobě epitelových čepů, vzrůstajících do okolního mezenchymu a přeměňují se ve vlasové cibulky. Z vlasové cibulky se diferencují jednotlivé vrstvy vlasu (popř. chlupu) a buňky vlasové pochvy. Mazové žlázy se zakládají samostatně nebo jako výchlípký vlasové pochvy [10].

Mazové žlázy představuje shluk perifolikulárních buněk již na počátku druhého trimestru gravidity. Pro jejich proliferaci a sekreční aktivitu jsou pak jako primární stimulus důležité androgenní hormony, které tu působí jak ve fetálním a novorozeneckém období (androgeny od matky), tak u pubertálních jedinců a dospělých. To tedy znamená, že po porodu jsou mazové žlázy hyperplastické, secernují lipidy na kožní povrch a je možno se tu někdy setkat s kožními projevy připomínající akné dospívajících. Po 6 až 12 měsících, výjimečně až po 2. roce věku, se aktivita mazových žláz utlumuje a syntéza lipidů v nich probíhá na bazální úrovni. U děvčat pak po 6. a u chlapců po 7. roce věku se opět začíná tvorba mazu zvyšovat, nejspíše na základě stimulace androgeny z nadledvin. Výrazný vzestup sekrece pak nastává kolem puberty [3].

Jakmile dítě dospěje do puberty, obvykle mezi deseti až patnácti lety, na kůži se začnou objevovat dramatické změny. Dochází k náhlému vzestupu produkce pohlavních hormonů testosteronu a estrogeneru, které jsou vylučovány do krve. Nejzřetelněji se projeví na mazových žlázkách. Tyto dosud spící žlázy se hormonální stimulací probouzí k vysoké aktivitě. Produkovaný maz se dostává na povrch kůže. Mění se také povrch kůže, především u adolescentních hochů bývá na omak hrubší. Mazové žlázy jsou citlivé hlavně na mužské po-

hlavní hormony, proto jsou dospívající hoši náchylní ke vzniku těžkých forem akné. Dívky mají v pubertě k akné menší sklony. Je to způsobeno částečně vlivem ženského pohlavního hormonu estrogeneru, který snižuje množství produkovaného mazu [11].

Mazové žlázy jsou uloženy převážně na obličeji a horní části hrudníku – v seboroické lokalizaci. Naproti tomu nejsou na dlaních a ploskách. Váží se na vlasový folikul. Tento komplex se označuje pojmem pilosebaceózní jednotka. Spojení má i funkční význam, protože žláza průběžně promašťuje vlas a při kontrakci *m. arrector pili* dojde k vytlačení mazu do vlasového folikulu. U dospělého člověka jich je asi 300 000. Jde o holokrinní sekreci, což znamená, že se celé buňky přeměňují v sekret – *sebum* (maz). Někdy je nacházíme i ektopicky, bez vazby na folikul, a to jak samotné na sliznici úst a rtů, tak v modifikacích, kterými jsou Meibomovy žlázy na očních víčkách a Tysonovy žlázy na *prepuciu* [8].



Obr. 7 Mazová žláza [8].

### 6.1.1 Maz

Maz (*sebum*) je olejnatý sekret, který pochází z odumřelých epitelových buněk, které obsahují tuk. Sekreční oddíl mazové žlázy leží v dermis a je tvořen lalůčky epitelových buněk. V periférii lalůček se nacházejí mitoticky aktivní bazální buňky. Uvnitř lalůčku se postupně diferencují, přičemž tvoří stále větší množství tukových kapének a jejich jádro podléhá pyknose. Nejzralejší buňky naléhají na vývody, odumírají a mění se v sekret. Každé 3-4 týdny jsou v sekrečním úseku žlázy odumřelé buňky obnoveny. Volné mazové žlázy, bez napojení na vlasový folikul, se nalézají na několika málo místech (např. rty, čelo, tváře, zevní pohlavní orgány, prsní bradavky) [8].

Maz plní základní fyziologickou úlohu společně s epidermálními lipidy, tj. vytvoření tenké tukové vrstvičky na kožním povrchu – ochranného tukového filmu. Ten je emulgován potem (emulze v/o nebo o/v) a prostupuje do intercelulárních prostorů [3].

Povrchový lipidový film obsahuje volné mastné kyseliny, monoacylglyceroly, diacylglyceroly, triacylglyceroly, voskové estery, steroly, parafiny a skvalen. Poměr skvalenu (základní součást mazu) a cholesterolu (z membrán keratinocytů) podává přehled o podílu obou složek na tukovém filmu (obvykle 40-50:1). Tukové žlázy produkují asi 1-2 g mazu denně a touto cestou se kůže zbavuje také v tucích rozpustných toxických látek. Ztráta kožního mazu na povrchu (mytí mýdlem) je rychle doplněna z folikulárních ústí. U *seboroického* typu kůže jsou velká, dobře viditelná folikulární ostia, mastně lesklá, hladká kůže, u *sebostatického* jsou ostia malá, sotva viditelná (lupa), kůže suchá a špičky prstů po ní lehce nekloužou [3].

### 6.1.2 Řízení mazové sekrece

Řízení mazové sekrece je problematické (dosud nebyla prokázána inervace), bezpochyby ji ovlivňují vlivy konstituční (typ seboroický, sebostatický), hormonální (androgeny stimuluje, antiandrogeny a estrogeny produkci mazu potlačují), věkové (vysoká aktivita u fětu, v pubertě, útlum se stářím), vlivy výživy, léků a jiné. [3].

### 6.1.3 Účast mazu na ochranném kožním filmu

Ochranný kožní film je první dílčí bariérou na povrchu rohové vrstvy. Pro obsah tuků se nazývá také tukovým (lipoidním) filmem, pro kyselou reakci (pH 5-6) kyselým kožním filmem. Jeho propočtená (hypotetická) tloušťka činí 0,05-1,5  $\mu\text{m}$ . Obsahuje vedlejší produkty transpirace, keratinizace a mazové sekrece, rozprostírající se na členitém povrchu ve formě emulze (o/v) a (v/o). Ve svém celku představuje laktát-hydrogen uhličitanový nárazníkový systém proti slabým kyselinám a zásadám. Chrání rohovou vrstvu před vypařováním vody, vyschnutím a sám jí vodu dodává. Proti mikroorganismům působí kyselé pH, mastné kyseliny a aminokyseliny. Povrch kůže je díky tukovému ochrannému filmu málo smáčivý. Film neposkytuje prakticky žádnou ochranu proti agresivnějším chemikáliím, vyčerpává jej voda, alkálie, organická rozpouštědla, minerální oleje a další iritanty. Tím porušují mnohdy fyziologickou regeneraci neutralizačních schopností kožního povrchu a podporují vznik chronických dermatitid (degenerativní ekzém), pyodermií a derma-



tomykóz. Konstitučně méněcenný film je u poruch keratinizace, mazové a potní sekrece. [3].

## 6.2 Ekrinní a apokrinní potní žlázy

Oba tyto typy žláz jsou tubulosním typem žláz. Jejich dlouhý nerozvětvený kanálek je rozdělen na klubkovitě stočenou sekreční část, která zasahuje do dermis, a na dlouhý vývod. [8].

## 6.3 Apokrinní potní žlázy

Apokrinní žlázy se někdy také označují jako velké potní žlázy. Produkují viskózní sekret bohatý na lipidy. Váží se na vlasový folikul, jejich vývod ústí ještě nad vývodem mazové žlázy do folikulárního *infundibula*. Apokrinní žlázy vznikají během fetálního období z postranních výchlipek epitelu v oblasti folikulu a mazové žlázy. Většina z nich ale ještě intrauterinně zanikne. Ty které zůstanou jsou lokalizovány pouze na určitých místech. Založeny jsou již od 4. měsíce těhotenství. Jejich činnost, nepočítáme-li přechodnou aktivaci po porodu (podobně jako u mazových žláz) mateřskými hormony, pak začíná až s nástupem dospívání. Funkčně aktivními se stávají až od puberty vlivem hormonů. Najdeme je v axilách, perianálně, perigenitálně a na prsních areolách. Jejich modifikacemi jsou *glandulae ceruminosae* v zevním zvukovodu a Mollovy žlázy v kůži víček [3].

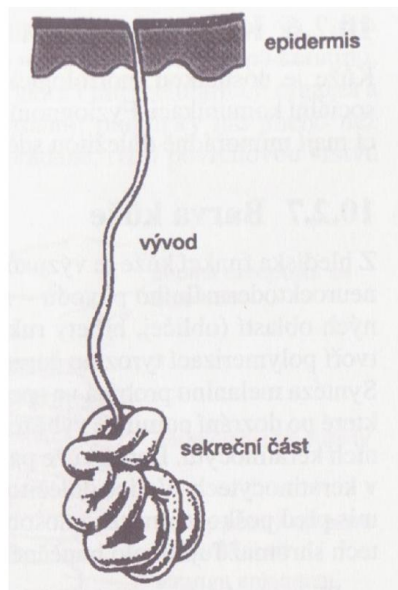
Apokrinní žlázy tvoří skupiny v určité lokalitě, zpravidla vázané na chlupy této lokality. *Glandulae axillares* – žlázy v podpaží – jsou klubíčka tubulů, zanořená až do *tela subcutanea*, tubuly žlázy a začátky vývodů jsou obklopeny myoepitelovými buňkami, vývody jsou dlouhé (více než 1 cm), neprobíhají vinutě a ústí do pochev axilárních chlupů. Sekret obsahuje řadu látek, zejména cholin. Žlázy začínají secernovat v pubertě, jejich činnost ve stáří vyhasíná. U žen se množství a složení sekretu mění s menstruačním cyklem (činnost je zvýšená v premenstruačním období). *Glandulae ciliares* (Molloy žlázy) jsou apokrinní žlázy v okrajích očních víček, které ústí do pochev očních řas. *Glandulae ceruminosae* jsou apokrinní žlázy v zevním zvukovodu, jejich sekret ušní maz je zažloutlý pro obsah lipochromů. Sekret, který je normálně hustý a mazlavý, může být hrudkovitý, suchý a drobivý. *Glandulae sudoriferae nasales* jsou apokrinní žlázy v předsíni dutiny nosní ústící do pochev chloupků. *Glandulae circumanales* jsou tubulosní apokrinní žlázy v kůži pod *linea anocutanea* (linie na rozhraní sliznice a kůže análního kanálu), podobné apokrinní žlázy

jsou roztroušeny také na *mons pubis* (stydka krajina) a na *labia majora* (velké stydké pysky) [26].

Pod mikroskopem vypadají apokrinní žlázy jako uzlovitě stočené, velmi složité smyčky. Méně známo je, že jejich sekret primárně nezapáchá. Neprůhledná mléčná substance, kterou produkují, je podstatou zápachu těla při nepravidelném umývání. Substance reaguje s bakteriemi v kůži a vedlejší produktem této reakce je nepříjemný zápach tzv. tělesný pach [18].

Sekrece apokrinních žláz neslouží termoregulaci. Složení sekretu je pod vlivem pohlavních hormonů, ovlivňuje sexuální chování savců. Apokrinní žlázy se histologicky odlišují od ekrinních žláz především uspořádáním jejich sekrečních částí, klubka jsou větší. Znakem je také proměnlivá výška epitelových buněk, ze kterých se mohou zaškrcením oddělovat apikální části (proto název apokrinní) [8].

#### 6.4 Ekrinní potní žlázy



Obr. 8 Jednoduché schéma potní žlázy [25].

Ekrinní (malé) potní žlázy jsou rozptýleny po celém povrchu těla, jejich počet se odhaduje na 2 až 5 milionů a zvláště četné jsou na dlaních, ploskách a axilách. Sekreční část je stočena do klubíčka obklopeného myoepiteliálními buňkami a uložena v hlubokém koriu. Vývod prochází spirálovitě korigem a epidermis a ústí na vrcholu papilární lišty. Sekrece

potu, který se skládá převážně z vody a iontů, především Na a Cl, se zvyšuje různými vlivy.

Největší množství ekrinních žláz je po porodu, avšak během prvních let života jich je funkčně aktivních pouze část. Pocení začne probíhat teprve 24 hodin i déle po porodu nejprve v obličejí, později na dlaních a nakonec po celém těle. Celý mechanismus pocení včetně zapojení periferní a centrální nervové regulace začne fungovat jako u dospělého až po 2. až 3. roce života, takže do té doby není ani mechanismus termoregulace plnohodnotný [3].

Vzhled sekreční části ekrinních žláz je stejný u novorozenců jako u starších dětí, v novorozeneckém věku však nacházíme sekreční klubíčka výše v koriu než u starších a vývodná část u nich probíhá kolmo k povrchu kůže. Vinutého vzhledu nabývají vývodné struktury mezi 2. až 3. měsícem života snad v souvislosti se zkvalitňující se keratinizací epidermis [3].

V sekreční části se nacházejí tři typy buněk: tmavé buňky obsahují sekreční granula, jejich funkce není známa. Světlé buňky obsahují velké množství glykogenu, jejich cytoplasmatická membrána tvoří v apikální a bazální části četné záhyby, membrána záhybů je zodpovědná za sekreci iontů  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  a vody. Tak vzniká isotonický primární pot. Epitel v počáteční části vývodu je zodpovědný za zpětnou resorpci iontů, voda však vstřebávána není vzhledem k velkému počtu *tight junction* mezi buňkami. Z tohoto důvodu je konečný pot hypotonický, kyselý (pH 5,5), a proto částečně baktericidní. Obě vrstvy buněk stěny vývodů jsou spojeny *gap junctions* a chovají se, pokud jde o transport iontů, jako jedna buněčná vrstva. Třetím typem buněk jsou buňky myoepiteliální [8].

dlaně	chodidla	čelo	prsy	tváře	záda
373	366	172	155	75	57

Tab. 2 Hustota potních žláz podle Bělehrádka na 1 cm<sup>2</sup> kůže [5].

#### 6.4.1 Pot

Pot (*sudor*) je produkt ekrinních potních žláz, jde o hypotonický roztok s obsahem iontů Na, Cl, K, Ca, fosfátů, síranů, močoviny, kyseliny mléčné, aminokyselin, kyseliny uroká-

nové, glukózy a dalších. Množství potu produkované jednou ekrinní žlázkou se odhaduje na 0,003-0,01 mg.cm<sup>-2</sup>. Pocení reguluje teplota krve a regulační centrum v hypotalamu, stimulují je podněty emocionální, gustatorní, spinálně-senzorické, farmakologické a především termické. Mimo základní termoregulační funkci pot přispívá k udržení optimální hydratace rohové vrstvy a vylučuje toxické látky (exkrečně-detoxikační funkce) jako např. léky, drogy, alkohol. Potem nejsou vylučovány bílkoviny, tuky, enzymy ani krev. Odchylky pocení jsou u atopického ekzému, ichtyózy, psoriázy, ve stáří, hyperhidrózy, hypohidrózy a dalších [3].

#### **6.4.2 Hyperhidróza (nadměrné pocení)**

Ačkoliv je pocení přirozeným opatřením těla k regulaci teploty, určité procento populace má neblahou zkušenost s nadměrným, obtěžujícím pocením, které se mnohdy velmi těžce toleruje. Nadměrné pocení na celém těle, neboli celková hyperhidróza může být důsledkem řady faktorů – užívání některých léků, onemocnění štítné žlázy, hormonální léčba některých typů rakoviny, psychiatrické poruchy, obezita, hormonální změny během menstruačního cyklu a během menopauzy. Jindy jsou nadměrným pocením postiženy jen dlaně, chodidla, podpaží, obličej. Pocení dlaní může být různé intenzity – od lehkého zvlhčení po odkapávání potu z mokrých dlaní. Protože ruce jsou velmi důležité při práci i v sociálních vztazích, často se tito lidé straní tělesného kontaktu či podání ruky. Obzvláště stresující jsou skvrny od potu na oblečení. Pocení se může objevit náhle nebo je trvalé. Řada lidí přičítá nadměrné pocení vysoké okolní teplotě či emočnímu rozpoložení. Odborníci sdělují, že každý člověk, který se necítí pohodlně se svým pocením, trpí hyperhidrózou. Pocení ve dlaních, v podpaží i na čele je mnohdy odrazem jen psychického vypětí. Avšak pocení na hrudníku a na zádech nemůže být emočně kontrolováno, nereaguje na naše psychické rozpoložení, je normální, fyziologické, k životu nezbytné [19].

#### **6.4.3 Hypohidróza (nedostatečné pocení)**

Jde o nedostatečnou sekreci potu nebo o chybějící pocení. Někteří lidé nejsou schopni pot normálně produkovat, protože jejich potní žlázy nepracují správně. Toto onemocnění je známé jako hypohidróza nebo anhidróza. Nemoc může být lokalizována po celém těle člověka nebo v jediné oblasti. Neschopnost se potit může způsobit přehřátí. Hypohidrózu může být obtížné diagnostikovat, mírné hypohidrózy se projevují často bez povšimnutí. Tento stav má mnoho příčin. Mezi příčiny patří dědičné faktory nebo jiná onemocnění jako je cukrovka, psoriáza, exfoliativní dermatitidy, potničky, sklerodermie a ichtyóza. Poškození

kůže způsobené těžkými popáleninami může také trvale poškodit potní žlázy. Užívání některých léků, především těch, známých jako anticholinergika, můžou mít za následek snížení pocení. Tyto léky mají vedlejší účinky, které zahrnují bolest v krku, sucho v ústech, a snížení pocení. Příznaky hypohidrózy zahrnují: nedostatečné pocení, někteří lidé pocítují závrať, svalové křeče nebo slabost či pocit horka. Lze podniknout kroky, aby se zabránilo přehřátí. Doporučuje se nosit volný oděv, použít vodu nebo chladné utěrky na kůži. Když se voda odpaří, zmírní se pocit horka. Hypohidróza může způsobit přehřátí. Úpal je život ohrožující stav, který vyžaduje neodkladnou léčbu [24].

#### 6.4.4 Vliv ekrinních potních žláz na regulaci tělesné teploty

Udržování stálé tělesné teploty má zásadní životní význam. Spolu se stálým pH a osmotickým tlakem vytváří tělesná teplota optimální prostředí pro činnost enzymů, a tedy pro průběh životních pochodů. Tělesná teplota se mění v průběhu dne jen málo, kolísá v rozmezí asi 1 °C, mezi hodnotami 36,4 až 37,4 °C. Protože člověk žije většinou v chladnějším prostředí, jeho tělo teplo ztrácí a ztracené teplo musí nahrazovat uvolňováním energie z živin. Za určitých okolností se naopak tělo musí zbavovat nadbytečného tepla, které vzniká zejména při tělesné práci a při zvýšené teplotě prostředí. Udržování stálé tělesné teploty je tedy umožněno souhrou vytváření a výdeje tepla. Odpařování potu a vody při dýchání činí asi 25 % celkových tepelných ztrát [12].

Ekrinní (malé) potní žlázy pomáhají regulovat tělesnou teplotu. Epitel sekrečního úseku produkuje isotonický roztok NaCl, ze kterého epitel vývodu opět resorbuje většinu iontů. Pot je zředěný roztok elektrolytů, jehož vypařování na povrchu odebírá tělu teplo. Primárně je pot bez zápachu (zápach tvoří bakterie) [8].

Produkce potu je řízena vegetativním nervovým systémem. Z termoregulačních center v hypothalamu vycházejí impulsy do hladkých svalů arteriol a sekrečních buněk potních žláz. Odpařování (evaporace) je fyzikální proces, kdy přeměnou vody (potu) na páru se odebírá tělu tepelná energie (1 g potu = 2,5 kJ skupenského tepla). Pot se odpařuje stále (přibližně 600 ml.den<sup>-1</sup>) [3], [13].

V klidu je denní produkce potu cca 200 ml, za extrémních podmínek 10 i více litrů. Produkci potu zvyšuje sympatikus. Postgangliový neuron sympatiku používá jako transmittér acetylcholin [8].

Kůže je velkou zásobárnou vody, vázanou především na kolagenní vlákna a základní substanci. V absolutním obsahu vody stojí kůže na druhém místě za svalstvem. Voda je rychle mobilizovatelná pro vnitřní potřeby organismu (náhlá ztráta tekutin). V případě potřeby za mimořádných okolností může vyloučený podíl převýšit jiné cesty vylučování. Tím plní kožní depot důležitou funkci při udržování vodní a elektrolytové homeostázy. Organismus ztrácí vodu pocením ale také bez aktivní účasti potních žláz odpařováním vodních par a vody z vývodů potních žláz a z kožního povrchu. U potních žláz toto množství činí asi 400 g denně. Při porušení kontinuity rohové vrstvy a vodní bariérové zóny (psoriáza, ichtyóza) ztráta vody insenzibilní perspirací značně stoupá. Větší ztráta vody snižuje kožní turgor, zvýšená insenzibilní perspirace dehydratuje kůži a je příčinou křehkosti a lomivosti rohové vrstvy [3].

Termoregulační funkce spočívá v udržování teploty tělesného jádra v normálních hranicích tvorbou a výdejem tepla do okolí. Základními tepelně regulačními mechanismy jsou změny prokrvení (vazokonstrikce, vazodilatace) a pocení. V komplikovaném termoregulačním systému se uplatňují další skutečnosti: špatnými vodiči (dobrymi izolátory) jsou promaštěný kožní povrch, keratin a především podkožní tuková tkáň. Výdej tepla snižuje zmenšení kožního povrchu kontrakcí *m. arrectoris pili* s vytlačení mazu na povrch. Odpařovací plochu zvětšuje také hustota ochlupení. Reakce termoreceptorů na změny okolní teploty vyvolávají odpovídající aktivitu (změna oblečení, pohybová činnost). Chladové zátěži se organismus přizpůsobuje úsporou výdeje tepla (vazokonstrikce, snížení metabolismu), tepelné zátěži vyšším výdejem (vazodilatace, zvýšené pocení). Prokrvení kůže a činnost žláz snižuje studené a vlhké prostředí, vyšší vlhkost a teplo zvyšující obsah vody v rohové vrstvě. Při aktuální tepelné zátěži stoupá kožní teplota, zvyšuje se periferní prokrvení, srdeční minutový výdej a pulsová frekvence. V extrémních podmínkách a při nedostatečném odpařování hrozí tepelný kolaps [3].

## 6.5 Žláza mléčná

Největší kožní žlázou v těle je žláza mléčná, avšak z hlediska kožní sekrece nemá důležitý význam. Její důležitost hraje roli během těhotenství a laktace. Embryonálně se zakládá u obou pohlaví na mléčné liště, tvořené pruhem epitelu sahajícím od axilly po třísko. Celý základ až na hrudní pár v průběhu vývoje mizí. Ze zbývajících dvou párových epitelových pupenů vyrůstají až do porodu mléčné vývody do subcutis. Během dětství pomalu rostou a dále se větví. Tvoří se terminální konce, ale lobuli nejsou úplně vyvinuty. V tomto stádiu

zůstane mužská mléčná žláza díky tlumivým vlivům androgenů. U dívek se rozvíjí v období pohlavního dospívání pod vlivem ženských pohlavních hormonů. Na začátku puberty indukují ženské pohlavní hormony pozvolné zmnožení stromatu, proliferaci systémů vývodů a vytváření lobulů. Mléčná žláza spolu s tukovou tkání a vazivovým stromatem je podkladem prsu. Základ mléčné žlázy tvoří 15 až 20 tuboalveolárních žláz, které tvoří laloky (*lobi*) a vyúsťují samostatně na povrchu bradavky. Každý vývod se rozvětjuje jako větve stromu, na jejichž koncích se u nelaktující žlázy nacházejí rudimentární sekreční oddíly, které tvoří lalůčky (*lobuli*). K plnému rozvoji žlázy dochází v průběhu těhotenství, kdy se žláza představuje laktací. Její intenzivní růst je způsoben proliferací alveolů na koncích terminálních interlobulárních vývodů. Alveoly jsou kulovité skupiny epitelových buněk, které během laktace tvoří mléko [12], [8].

## 7 TVORBA VITAMINU D V KŮŽI

Vlivem UV záření dochází v horních epidermálních vrstvách k přeměně provitaminů ve vitaminy D<sub>2</sub> a D<sub>3</sub>. Vitaminu D se přiřítají jisté funkce v řízení minerálního metabolismu [3].

Vitamin D je rozpustný v tucích, lze jej získat ozářením sluncem nebo v potravě. Ultrafialové sluneční paprsky působí na provitamin uložený v hlubších vrstvách kůže, který se tak změní ve vitamin a vstřebá se. Pokud se užívá ústní cestou, je resorbován ve střevech spolu s tuky [23].

Vitamin D vzniká ze steroidních hormonálních prekurzorů (kalciferolů) a obvykle je vnímám ve dvou formách – jako ergokalciferol a cholekalciferol. Ergokalciferol, označovaný jako vitamin D<sub>2</sub>, je rostlinného původu, jeho prekurzorem je ergosterol. Do lidského organismu se dostává s potravou. Cholekalciferol, označovaný jako vitamin D<sub>3</sub>, vzniká ze 7-dehydrocholesterolu, v lidském organismu se tvoří v kůži a při dostatečném slunečním záření je tato cesta zdrojem asi 90 % celkového množství vitaminu D v těle. Pro potřeby lidského organismu jsou rozhodující cholekalciferol a ergokalciferol. Jejich nativní forma není dostatečně účinná, teprve sekvenční hydroxylací v organismu vzniká forma aktivní, která je obvykle již nazývána vitaminem. Hydroxylace na prvním uhlíku a tedy přestavba v aktivní (hormonální) formu probíhá nejen v kůži, ale také v ledvinách, kostních tkáních, chrupavkách, makrofázích a dalších buňkách a tkáních [20].

Doporučená dávka pro dospělého je v rozmezí 400-500 MJ za den. Naše potřeby jsou pokryty, pokud je kůže určitou dobu vystavena slunečnímu záření. Tehdy se v pokožce tvoří tak velké množství chemických prekurzorů vitaminu D, že ve stravě žádný další není potřeba. Pokud se však kůže zakryje, ať již z kulturních, náboženských nebo klimatických důvodů, nebo se tráví příliš mnoho času v interieru vzhledem k nemoci nebo ke stáří, kůže vytváří jen málo vitaminu D, potom můžeme vitamin D doplnit v potravě. Nejlepšími zdroji jsou mléko, ryby v oleji, maso, sýr a vejce [21].

### 7.1 Význam vitaminu D

Všeobecně se má za to, že kostra se vytváří během dospívání a po ukončení etapy růstu zůstává stejná až do smrti. Stavba kostí se však neustále obnovuje, využívá stálý přísun minerálů přiváděných krví. Jestliže vitamin D chybí, kosti se stávají měkké a ohebné a nedlouho po trvalém nedostatku vitaminu D se projeví nemoc, nazývaná osteomalacie –



měknutí kostí, jde o nemoc, jejímž symptomem je bolest ve svalech. U dětí jde o křivici (rachitidu). Vitamin D tedy léčí rachitidu, preventivně působí proti osteoporóze, pomáhá růstu kostí a zubů, vstřebávání vitamínu A, léčí záněty kloubů [22].

## 8 SEKRECE CYTOKINŮ V KŮŽI

V normální kůži existuje rovnováha mezi počtem keratinocytů produkovaných v bazální buněčné vrstvě a množstvím šupin deskvamovaných z kožního povrchu. Taková stabilní epidermis je výsledkem rovnováhy mezi stimulačními a inhibičními růstovými faktory – cytokiny – v kůži [25].

Cytokiny jsou produkovány keratinocyty. Představují 3 skupiny: růstové faktory, interleukiny a CSF (kolonie stimulující faktory). Většina faktorů je stimulačních, inhibiční faktory produkované keratinocyty autokrinně tlumí jejich vlastní růst. Řada cytokinů rovněž zprostředkovává v kůži imunitní reakce. Keratinocyty odpovídají i na cytokiny produkované jinými buňkami. Cytokinů zejména přibývá v zanícené poraněné kůži. Při poškození keratinocytů UV zářením, popálením, mechanickým poraněním, bakteriální nebo virovou infekcí se tyto buňky aktivují a uvolňují mnoho cytokinů. Ty se vážou na receptory různých zánětlivých buněk i keratinocytů samotných, což vede k produkci dalších cytokinů, např. i z monocytů (makrofágů). Buněčné interakce podmíněné účinky cytokinů směřují k procesům zánětu, buněčné migrace, depozice nového materiálu, jeho zrání a nakonec zhojení poranění [25].

## ZÁVĚR

Bakalářská práce je zaměřena na sekreční funkce lidské kůže a obsahuje pouze teoretickou část.

O kůži se často uvažuje jako o něčem izolovaném, jakémsi obalu těla a nikoliv jako o orgánu majícím těsné spojení s celým organismem a jeho funkcemi. Málokdo si jistě uvědomuje, kolik styku s okolním světem má člověk díky kůži a jak se to musí odrážet ve funkcích a významu kůže pro jeho existenci. Kůže nejen izoluje tělo proti všem zevním vlivům, je také velmi citlivým příjemcem všech zevních impulsů, které přenáší do nitra organismu, nýbrž velmi často je i místem odpovědi organismu na zevní působení. Sekreční činnost je z hlediska lidské existence nezbytná, jelikož umožňuje chránit tělo před účinky UV záření, bakteriemi a přehřátím. Sekreční činnost udržuje pokožku hladkou a pružnou, organismus je schopen vylučovat odpadní látky a soli a v neposlední řadě zajišťuje obnovu lidské kůže.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] JIRÁSKOVÁ, Milena. Dermatovenerologie: pro stomatology: učebnice pro lékařské fakulty. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2001, 268, 16 s. ISBN 80-864-1907-X.
- [2] ARENBERGER, Petr. *Dermatovenerologická propedeutika a praktika pro studující lékařství: Anatomie a histologie kůže*. 1. vyd. Univerzita Karlova Praha: Karolinum, 1992. ISBN 382-126-92.
- [3] NOVÁK, Mojmír. *Dermatovenerologická propedeutika a praktika pro studující lékařství: Fyziologie kůže*. 1. vyd. Univerzita Karlova Praha: Karolinum, 1992. ISBN 382-126-92.
- [4] ŠTORK, Jiří. *Dermatovenerologie*. 1. vyd. Praha: Galén, c2008, xy, 502 s. ISBN 978-80-7262-371-6.
- [5] HÜBCHMANN, Karel. *Kůže, orgán lidského těla*. 1. vyd. Praha: Academia, 1972, 198 s., [39] s. obr. příl.
- [6] VAN EVERDINGEN, J.J.E., A.M.M. van den Eerenbeemt, *Dermatology: Springer pocket dictionary*. Houten, The Netherlands: Springer Media, 2009. ISBN 978-90-313-7677-3.
- [7] LANGMEIER, Miloš. *Základy lékařské fyziologie*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009, 320 s. ISBN 978-802-4725-260.
- [8] LÜLLMANN-RAUCH, Renate. *Histologie*. 1. české vyd. Praha: Grada, 2012, xx, 556 s. ISBN 978-80-247-3729-4
- [9] PAVLIČOVÁ, Šárka. *Lexikon pěstování*. 1. vyd. Havlíčkův Brod: Fragment, 2007. ISBN 978-80-253-0384-9.
- [10] VACEK, Zdeněk. *Embryologie: učebnice pro studenty lékařství a oborů všeobecná sestra a porodní asistentka*. 1. vyd. Praha: Grada, 2006, 255 s. ISBN 80-247-1267-9.
- [11] OSTROVOVÁ, Ricki. *Péče o pleť*. 1. vyd. Praha: Ikar, 2000. ISBN 80-7202-566-1.
- [12] JELÍNEK, Jan a Vladimír ZICHÁČEK. *Biologie pro gymnázia: (teoretická a praktická část)*. 8. rozšířené vyd. Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 2006, 575 s., [92] s. barev. obr. příl. ISBN 80-7182-217-5.
- [13] MOUREK, Jindřich. *Fyziologie: učebnice pro studenty zdravotnických oborů*. 2., dopl. vyd. Praha: Grada, 2012, 222 s. ISBN 978-80-247-3918-2.
- [14] BARTOŠOVÁ, Ludmila, Vladimír JORDA a Zdeněk ŠTÁVA. *Choroby vlasů a ovlášené kůže*. 1. vyd. Praha: Avicenum, 1982, 253 s.

- [15] KITTNAR, Otomar. Lékařská fyziologie. 1. vyd. Praha: Grada, 2011, 790 s. ISBN 978-80-247-3068-4.
- [16] ROKYTA, Richard, Dana MAREŠOVÁ a Zuzana TURKOVÁ. Somatologie I. a II.: učebnice. Vyd. 2. Praha: Eurolex Bohemia, 2003, 264 s. ISBN 80-86432-49-1.
- [17] MONTAGNA, William. The structure and function of skin. New York: Academic Press, 1956, 356 s.
- [18] WESTON, Trevor. Atlas lidského těla. [Praha: Levné knihy KMa, 2003?, 156 s. ISBN 807309987x.
- [19] FINSTERLOVÁ, Marie. *Péče o pleť a vlasy*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2006, 182 s. ISBN 80-247-1340-3.
- [20] PALIČKA, Vladimír. Vitamin D a jeho role (nejen) v osteologii. In: Interní medicína [online]. Internimedicina.cz, © 2011 [cit. 2011-09-16]. Dostupné z WWW: <http://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2011/10/04.pdf>
- [21] AGERBO, Pia, Hanne Fejer HENDERSEN a Lubomír SOUKUP. *Vitamíny a minerály pro zdravý život*. 1. vyd. Praha: Grada, 1997, 146 s., barev. il. ISBN 80-7169-489-4.
- [22] FANTÓ, Antonella. *Vitamíny a prevence: příručka k dosažení dlouhověkosti a svěžesti pomocí vitamínů a minerálních látek*. Vyd. 1. České Budějovice: Dona, 1993, 250 s. ISBN 80-85463-18-0
- [23] MINDELL, Earl. *Vitaminová bible pro 21. století: [vše o vitamínech, které budete v tomto století potřebovat]*. Vyd. 1. Překlad Miloš Máček. V Praze: Knížní klub, 2000, 303 s. ISBN 80-242-0406-1.
- [24] NALL, Rachel. Hypohidroza. In: Healthline [online]. Healthline.com, © 2012 [cit. 2012-07-23]. Dostupné z WWW: <http://www.healthline.com/health/sweating-absent#Prevention>
- [25] TROJAN, Stanislav. Lékařská fyziologie. 4., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2003, 771 s. ISBN 80-247-0512-5.
- [26] ČIHÁK, Radomír. *Anatomie 3. 2.*, upr. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2004, 673 s. ISBN 80-247-1132-x3.
- [27] MARIEB, Elaine Nicpon a Jon MALLATT. Anatomie lidského těla. Vyd. 1. Brno: CP Books, 2005, xvi, 863 s. ISBN 8025100669.
- [28] BRAUN-FALCO, Otto. *Dermatology*. 2nd, completely rev. ed. New York: Springer, c2000, xi, 1853 p. ISBN 35-405-9452-3

[29] KOČÁREK, Eduard. Biologie člověka. 1. vyd. Praha: Scientia, 2010, 2 sv. (336, 207 s.). ISBN 978-80-86960-47-01.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

UV	„Ultraviolet“, ultrafialové záření
CO <sub>2</sub>	Oxid uhličitý
O <sub>2</sub>	Kyslík
DNA	Deoxyribonukleová kyselina, nositelka genetické informace
RNA	Ribonukleová kyselina, nositelka genetické informace
MJ	Aktivita 0,025 µg vitaminu D
mm	Milimetr
mg	Miligram
g	Gram
ml	Mililitr
l	Litr
cm <sup>2</sup>	Centimetr čtvereční
dm <sup>2</sup>	Decimetr čtvereční
m <sup>2</sup>	Metr čtvereční
µm	Mikrometr
pH	Záporný dekadický logaritmus oxoniových kationtů
kJ	Kilojoule
kcal	Kilokalorie
G <sub>1</sub>	Fáze buněčného dělení
G <sub>2</sub>	Fáze buněčného dělení
S	Fáze buněčného dělení
M	Fáze buněčného dělení
cAMP	Cyklický adenosinmonofosfát
PGE1	Prostaglandin E1
PGE2	Prostaglandin E2

---

ATP	Adenosintrifosfát, univerzální přenašeč energie
KOH	Hydroxid draselný
NaOH	Hydroxid sodný
UVA	Spektrální oblast UV záření, dlouhovlnné „černé světlo“
UVB	Spektrální oblast UV záření, středněvlnné
nm	Nanometr, jednotka délky
MSH	The melanocyte-stimulating hormon
° C	Stupeň Celsia
Na <sup>+</sup>	Sodné jonty
K <sup>+</sup>	Draselné jonty
Ca <sup>+</sup>	Vápenaté jonty
Cl <sup>-</sup>	Chlorové anionty
CSF	Kolonie stimulující faktory



**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1 Struktura lidské kůže [2].....	12
Obr. 2 Keratinocyty a jejich vztah k ostatním kožním elementům [15].....	24
Obr. 3 Znárodnění regenerace epidermis [25].....	27
Obr. 4 Vlasový folikul [8].....	31
Obr. 5 Nehet [8].....	33
Obr. 6 Maligní melanom [28].....	37
Obr. 7 Mazová žláza [8].....	39
Obr. 8 Potní žláza [25].....	42

**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1 Tloušťka pokožky, škáry, podkoží a celé kůže na různých částech těla [5].....	25
Tab. 2 Hustota potních žláz podle Bělehrádka na 1 cm <sup>2</sup> kůže [5].....	43





